

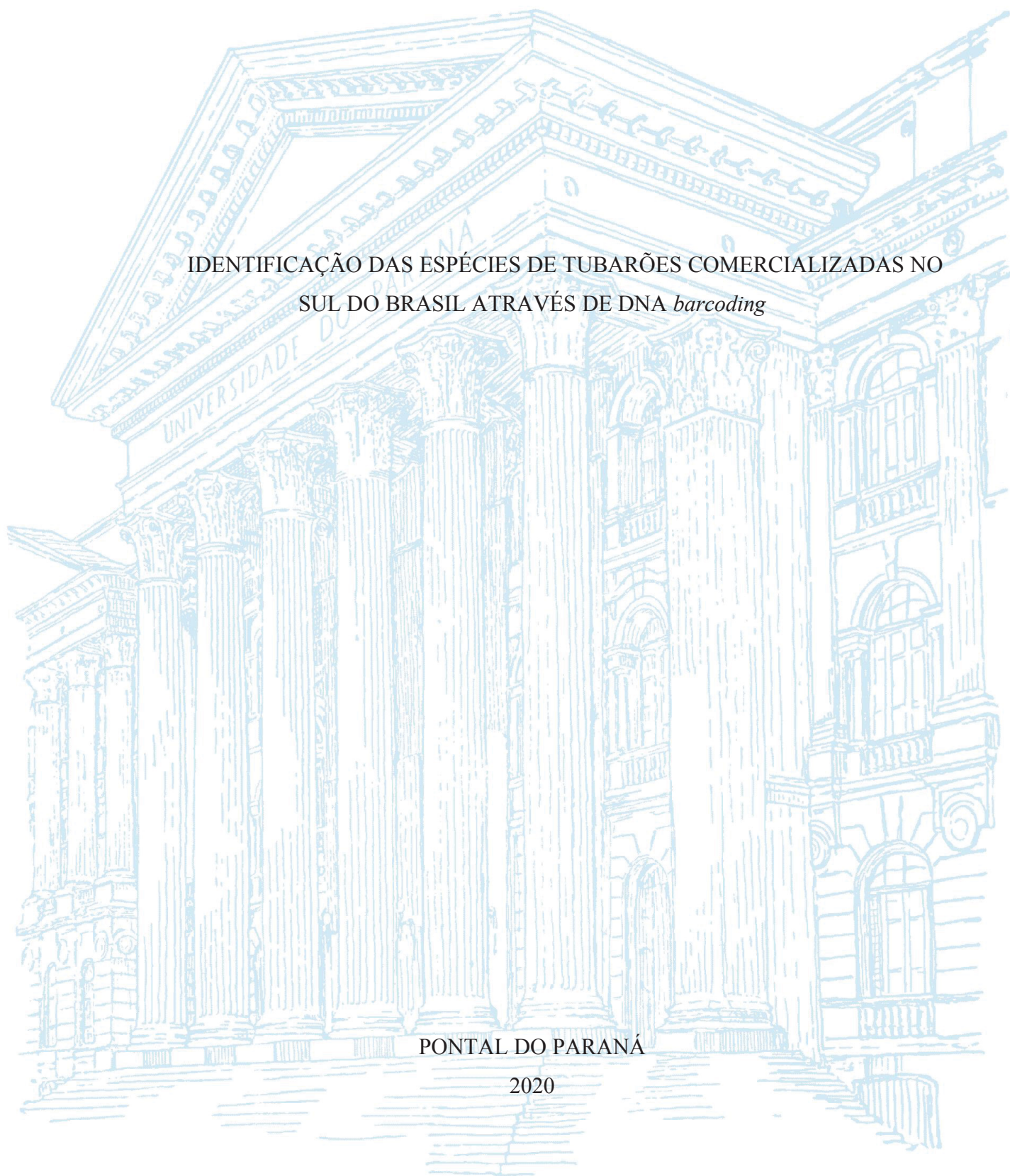
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CRISTINA BERNARDO

IDENTIFICAÇÃO DAS ESPÉCIES DE TUBARÕES COMERCIALIZADAS NO
SUL DO BRASIL ATRAVÉS DE DNA *barcoding*

PONTAL DO PARANÁ

2020



CRISTINA BERNARDO

IDENTIFICAÇÃO DAS ESPÉCIES DE TUBARÕES COMERCIALIZADAS NO
SUL DO BRASIL ATRAVÉS DE DNA *barcoding*

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Sistemas Costeiros e Oceânicos, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Sistemas Costeiros e Oceânicos.

Orientador: Prof. Dr. Hugo Bornatowski

Coorientadora: Dra. Vanessa Paes da Cruz

PONTAL DO PARANÁ

2020

CATALOGAÇÃO NA FONTE:
UFPR / SiBi - Biblioteca do Centro de Estudos do Mar
Fernanda Pigozzi – CRB 9/1151

Bernardo, Cristina
B456i Identificação das espécies de tubarões comercializadas no sul do Brasil através de
DNA *barcoding*. / Cristina Bernardo. – Pontal do Paraná, 2020.
63 f.: il.; 29 cm.

Orientador: Prof. Dr. Hugo Bornatowski.
Coorientadora: Dra. Vanessa Paes da Cruz.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Sistemas Costeiros e
Oceânicos, Centro de Estudos do Mar, Setor Reitoria, Universidade Federal do Paraná.

1. Tubarão – pesca comercial. 2. Cação. 3. Elasmobrânquios. 4. Litoral do Paraná.
Título. II. Bornatowski, Hugo. III. Cruz, Vanessa Paes da. IV. Universidade Federal do
Paraná.

CDD 639.273



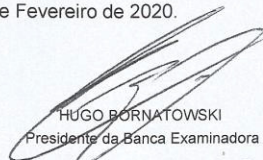
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
REITORIA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO SISTEMAS COSTEÍROS
E OCEÂNICOS - 40001016054P6

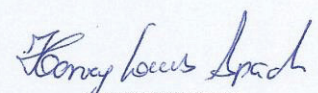
TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em SISTEMAS COSTEÍROS E OCEÂNICOS da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **CRISTINA BERNARDO**, intitulada: **IDENTIFICAÇÃO DAS ESPÉCIES DE TUBARÕES COMERCIALIZADAS NO SUL DO BRASIL ATRAVÉS DE DNA BARCODING**, sob orientação do Prof. Dr. HUGO BORNATOWSKI, após terem inquirido a aluna e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua **APROVAÇÃO** no rito de defesa.

A outorga do título de Mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 20 de Fevereiro de 2020.


HUGO BORNATOWSKI
Presidente da Banca Examinadora


HENRY LOUIS SPACH
Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)


RENATO HAGENIUS ACHE DE FREITAS
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA)



AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à Deus, pelas pedras e pelos desafios ao longo do caminho!
Foi crescimento!! Gratidão!

À minha mãe, por ser minha mãe! Por me dar amor e apoio durante toda minha vida!
Por me ajudar e apoiar sempre! Por ser a mulher incrível que é! Amor!

À minha família que sempre está junto de mim!

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Costeiros e Oceânicos (PGSISCO), necessária para minha permanência e conclusão do mestrado.

Ao meu orientador e amigo, Dr. Hugo Bornatowski, por acreditar em mim e me aceitar como orientada, mesmo depois de 10 anos longe da vida acadêmica!

À minha coorientadora, Dra. Vanessa Paes, pelos ensinamentos, confiança e amizade!!

Ao Prof. Henry que sempre foi um grande amigo. Obrigada pelas conversas, ensinamentos, conselhos e às vezes, puxões de orelha! Gratidão!

Aos amigos, Aurora, Pedro, Estela, João e Ick que tornaram a vida em Pontal muito mais divertida! Valeu família!!

Ao Ick, pela grande ajuda nesse trabalho, principalmente na parte estatística!

À Aurora, que sempre esteve ao meu lado e que sempre me ajudou em vários momentos nessa trajetória da pós! Obrigada por sua amizade!!!

Às companheiras de moradia que tive em Pontal. Day, Lau e Mari! Passei bons e divertidos momentos com vocês!

Ao Prof. Luís Fernando Fávaro, pela amizade de todos esses anos e por ceder novamente um espacinho para mim em seu laboratório!

À todas as pessoas que tornaram esse trabalho possível!

Ao Conrado, meu grande amigo desde sempre!!

Ao amigo Luis, vulgo Beluga, por todos esses anos de amizade!!

Ao pessoal da Unesp/Botucatu que me acolheu, me ensinou e me motivou a seguir em frente!

Aos professores do Centro de Estudos do Mar, à minha turma de Pós-Graduação e a todos que de alguma forma contribuíram para o meu crescimento acadêmico e de vida!
Gratidão!

APRESENTAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação foi estruturada conforme o modelo proposto pelo Programa de Pós-Graduação em Sistemas Costeiros e Oceânicos da Universidade Federal do Paraná. A primeira parte do trabalho, redigida em português, é composta por uma introdução geral do tema. A segunda parte (Capítulo 1), também redigida em português e em formato de artigo científico, para futura submissão. A terceira parte (Capítulo 2) redigida em inglês, inclui artigo científico já publicado na revista *Marine Policy*, com objetivos específicos e estruturado conforme as regras da revista. Considerações finais sobre o conteúdo dos dois capítulos compõem a quarta parte da dissertação.

HIGHLIGHTS

- No Brasil, tubarões e algumas raias são comercializados sob o nome popular “cação”.
- No Paraná, a maioria dos entrevistados alguma vez já consumiu ou consome carne de cação.
- Os atributos do pescado na hora da compra, tiveram importância para os consumidores.
- Cerca de 77% dos entrevistados consomem ou já consumiram cação, porém a maioria dos respondentes (75,7%) informou nunca ter consumido tubarão.
- Das 231 amostras de carne de “cação” analisadas foram identificadas 16 espécies diferentes de elasmobrânquios.
- Cerca de 43,3% do total amostrado consiste em espécies listadas em alguma categoria de risco da IUCN.
- Ambas as espécies de tubarão-martelo (*Sphyrna lewini* e *S. zyagena*) foram comercializadas de maneira bastante significativa, totalizando 66 amostras.
- Registramos uma amostra de *Centrophorus squamosus*, espécie de tubarão até agora não registrada na costa brasileira.

TEXTO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

Você sabia que cação é nome genérico dado à carne de tubarões e até de algumas raias? Muita gente não sabe, e nossa falta de conhecimento, sobre o que estamos comprando, influencia em diversas questões relacionadas à saúde e/ou conservação, dificultando a redução do consumo de espécies ameaçadas de extinção, por exemplo. Em diversos mercados de peixes e feiras livres, qualquer peixe é vendido, sem fiscalização, nem identificação, o que torna quase impossível saber o que comemos. Embora o comércio mundial de barbatanas de tubarão tenha diminuído desde o ano 2000, a comercialização da carne aumentou, sendo o Brasil, o maior importador no mundo. Para saber mais sobre o consumo de pescado e o conhecimento do consumidor a respeito da carne de “cação”, realizamos entrevistas nos principais mercados de peixe do litoral do Paraná e Curitiba. Entre tantas opções de pescado no mercado, o “cação” foi o menos preferido pelos consumidores. Apesar de ser o menos citado no Paraná, em algumas regiões do país, o “cação” é um dos mais consumidos, o que preocupa, pois o consumo desses animais é prejudicial à nossa saúde, por ter grandes quantidades de chumbo e mercúrio na carne. Então, para identificar o comércio fraudulento, utilizamos uma técnica chamada DNA barcoding, que é uma espécie de leitura do código de barras do DNA desses animais vendidos como “cação”. Encontramos 16 espécies diferentes de tubarões e raias sendo vendidas nos mercados de peixe do litoral do Paraná. Entre eles, o tubarão-azul e o tubarão-martelo, este último, ameaçado de extinção no Brasil e no mundo. Além disso, registramos um tubarão chamado de Lixa-de-escama, que não tinha sido encontrado no Brasil ainda. Considerando que a costa brasileira é o lar de várias espécies de tubarões e raias, um passo fundamental para sua conservação seria exigirmos, como consumidores, a identificação correta da carne que está sendo vendida. Essa atitude pode influenciar a decisão dos supermercados e dos mercados de peixe de comercializar apenas produtos corretamente identificados, o que levaria à necessidade de fiscalização nos desembarques de pesca. Assim, os consumidores teriam acesso a produtos confiáveis e poderiam fazer escolhas mais saudáveis para a sua alimentação.

RESUMO

Tubarões e algumas raias são comercializados sob o nome popular de “cação”, termo utilizado para rotular diversas espécies. O público tende a consumir um determinado peixe, acreditando ser outro e ignorando as consequências ambientais. O objetivo dessa dissertação é avaliar, através de questionários aplicados, a percepção ambiental e o conhecimento do consumidor de pescado com relação aos elasmobrânquios e identificar, através da técnica de DNA barcoding, as espécies vendidas como “cação”. O Capítulo I, relativo às entrevistas, foi realizado nos principais mercados de peixe do litoral do Paraná e Curitiba. O Capítulo II, foi realizado com amostras provenientes dos mercados de peixe do litoral do Paraná. O cação foi o pescado menos citado pelos consumidores quando questionados sobre suas preferências na hora da compra. Outro destaque evidenciado em nosso estudo é o fato de muitos consumidores de “cação” saberem que este é composto por carne de tubarão ou raia. Além disso, a percepção ambiental com relação aos elasmobrânquios esteve mais presente no público de até 30 anos de idade com ensino fundamental, corroborando com outros estudos. Através do DNA barcoding, identificamos 16 diferentes espécies de elasmobrânquios em 231 amostras coletadas e 43,3% do total amostrado consiste em espécies listadas em alguma categoria de risco da IUCN (por exemplo, *Carcharias taurus*, *Carcharhinus falciformis*, *Sphyrna lewini*, *S. zygaena* e *Squatina guggenheim*). Além disso, identificamos a espécie *Centrophorus squamosus*, uma espécie demersal, inédita em sua ocorrência no Brasil. Ainda falta muito para que o público realmente tenha conhecimento sobre o que está consumindo. Embora haja a obrigatoriedade de rotulagem, informando qual espécie está sendo comercializada em supermercados, esta ação é ineficiente, pois não atinge os mercados de peixe e feiras livres, onde há a venda indiscriminada de qualquer espécie, esteja ela ameaçada de extinção ou não. Assim, é necessária a rápida implementação de campanhas educativas e de rotulagem para informar os consumidores quais animais eles estão consumindo e quais são os riscos associados.

Palavras-chave: Elasmobrânquios. Cação. Litoral do Paraná. DNA *barcoding*. Consumidores.

ABSTRACT

Sharks and some rays are commercialized under the popular name "cação", a term used to label several species. The public tends to consume a certain fish, believing it to be another and ignoring the environmental consequences. The objective of this work is to evaluate, through applied questionnaires, the environmental perception and the knowledge of the fish consumer in relation to elasmobranchs and to identify, using the DNA *barcoding* technique, the species sold as "cação". The Chapter I, related to the interviews, was held in the main fish markets on the coast of Paraná and Curitiba. The Chapter II was carried out with samples from the fish markets on the coast of Paraná. Cação was the fish least mentioned by consumers when asked about their preferences at the time of purchase. Another highlight in our study is the fact that many "cação" consumers know that it consists of shark or ray fish. In addition, the environmental perception regarding elasmobranchs was more present in the public of up to 30 years of age with elementary education, corroborating with other studies. Through DNA *barcoding*, we identified 16 different species of elasmobranchs in 231 samples collected and 43.3% of the total sample consists of species listed in some IUCN risk category (for example, *Carcharias taurus*, *Carcharhinus falciformis*, *Sphyrna lewini*, *S. zygaena* and *Squatina guggenheim*). In addition, we identified the species *Centrophorus squamosus*, a demersal species, unprecedented in Brazil. There is still a long way to go before the public really knows what it is consuming. Although there is an obligation to label, informing which species is being sold in supermarkets, this action is inefficient, as it does not reach the fish markets and open markets, where there is the indiscriminate sale of any species, whether it is threatened with extinction or not. Thus, the rapid implementation of educational and labeling campaigns is necessary to inform consumers which animals they are consuming and what are the associated risks.

Keywords: Elasmobranchs. "Cação". Coast of Paraná. DNA *barcoding*. Consumers.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	11
2 CAPÍTULO I.....	14
Resumo	14
Abstract	15
Introdução	16
Material e Métodos	17
Resultados e Discussão.....	19
Referências Bibliográficas	29
3 CAPÍTULO II	31
Abstract	31
Introduction	32
Material and Methods.....	34
Results	36
Discussion	38
References	44
Figure legends	53
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
ANEXO I – QUESTIONÁRIO DAS ENTREVISTAS	60

1 INTRODUÇÃO GERAL

Tubarões e raias (Elasmobranchii) se distribuem amplamente em ambientes marinhos e estuarinos e constituem um grupo de aproximadamente 1200 espécies (sensu WEIGMANN, 2016). São organismos muito bem-sucedidos evolutivamente, com mais de 400 milhões de anos de história. Tal sucesso, ocorreu devido à vários fatores como radiações adaptativas, especialização progressiva, resiliência, complexidade ecológica, reprodutiva, comportamental, baixa mortalidade natural e por serem predadores de topo de cadeia (COMPAGNO, 1990). No entanto, estes notáveis organismos começaram a sofrer ameaças quando se tornaram alvo de pesca e começaram a ter seu habitat impactado pelas populações humanas (CAMHI et al., 2007). Além disso, os elasmobrânquios apresentam características peculiares, tais como, estratégias reprodutivas caracterizadas por maturação sexual tardia, crescimento lento e alta longevidade, fazendo com que a sobrepesca cause danos aos estoques pesqueiros, não conseguindo recompor seu tamanho populacional original (DULVY et al., 2014). Por apresentarem estratégias de vida e características únicas, certamente, estes cartilaginosos requerem medidas específicas e mais rigorosas do que as que costumam ser adotadas para outros organismos aquáticos (DIAS NETO, 2011).

O comércio internacional de nadadeiras de tubarões tem sido a principal causa do recente aumento da sobrepesca de elasmobrânquios e, embora o comércio global deste item esteja diminuindo desde a década de 2000, o comércio da carne aumentou 42% de 2000 a 2011, com o Brasil figurando como o maior importador de carne de tubarão do mundo (DENT & CLARKE, 2015). Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), as frotas industriais e de pequeno porte em todo o mundo fornecem as nadadeiras ao mercado internacional, enquanto a carne dos mesmos tubarões capturados, é desviada para atender a demanda de mercados emergentes (DENT & CLARKE, 2015).

O Brasil é hoje, o maior produtor pesqueiro da América do Sul (FAO, 2018) e figura um dos principais países na captura de elasmobrânquios (DENT & CLARKE, 2015). Essas capturas são caracterizadas, em sua maioria, pela pesca artesanal (BORNATOWSKI et al., 2018). O impacto causado por este tipo de pesca geralmente não é considerado nas estatísticas, devido à dificuldade em obter dados de captura confiáveis, além da crença de que essas operações danificam minimamente os estoques pesqueiros (PAULY & ZELLER, 2016; REIS-FILHO & LEDUC, 2017). Estima-se que 37% da fauna de tubarões e raias do Brasil encontra-se ameaçada (ICMBio, 2018), valor acima da taxa global estimada que é de 25%

(DULVY et al., 2014). Embora seu status global tenha entrado em foco nas últimas décadas, o conhecimento detalhado das populações e do status de conservação da maioria das espécies conhecidas, permanece limitado na maioria das regiões do mundo (JABADO, et al., 2018).

O consumo da carne de cação ocorre em alguns países em desenvolvimento, como Sri Lanka, México e partes da África, os quais agregam este item como parte de sua dieta e fonte de proteína às comunidades mais pobres (WILDAID, 2007). Em contrapartida, em muitos países, a carne de tubarão é vista como de baixa qualidade, sendo necessário desvincular o nome “tubarão” ou “raia” da carne comercializada para superar o preconceito do consumidor (VANNUCCINI, 1999; BORNATOWSKI et al., 2013, 2014b). A dieta das populações humanas resulta, em grande parte, das interações com recursos naturais (BEGOSSI et al., 2012), e tem sido integrada a estudos sobre a pesca de pequena escala, especialmente no que diz respeito à resiliência e segurança alimentar, que podem estar associados à conservação (POMEROY & ANDREW, 2011). Dados pretéritos dão conta de que o Brasil vivenciou um aumento do consumo aparente anual de pescado, passando de 9,9 Kg *per capita* na década de 1960 para 19,7 Kg *per capita* em 2013 (FAO, 2016). Isso se deve à suas características nutricionais e sua associação com a qualidade de vida, fatores que o fazem cada vez mais valorizado em todo o mundo (MACIEL et al., 2012). O valor nutricional e as características sensoriais do pescado, como odor, sabor, cor e textura, são fortes estimulantes na hora do consumo (MACIEL et al., 2015).

No Brasil, tubarões e algumas raias são comercializados sob o nome popular de “cação”, termo utilizado para rotular diversas espécies (ALMERÓN-SOUZA et al., 2018). Como as carcaças são cortadas antes de serem vendidas, é praticamente impossível saber qual espécie está sendo comercializada com base em características morfológicas (BORNATOWSKI et al., 2015). Assim, em regiões costeiras, geralmente ela é vendida na forma de filé ou posta, enquanto, em regiões não litorâneas e em grandes cadeias de supermercados, a carne é vendida em fatias congeladas de carcaças grandes, comumente importada de outros países (BARRETO et al., 2017; BORNATOWSKI et al., 2018). É uma carne considerada de baixo valor, se comparada aos peixes mais comuns, e geralmente comercializada sem rotulagem adequada (BARRETO et al., 2017).

A falta de identificação, monitoramento efetivo e transferência de informações para a sociedade sobre o pescado e frutos do mar, em especial de tubarões, têm afetado diretamente as tentativas de conservação das espécies, gestão das pescarias comerciais, manutenção de serviços ecossistêmicos e preservação ambiental costeira (BORNATOWSKI et al., 2018). Em muitos casos, o público tende a consumir um determinado peixe, acreditando ser outro e

ignorando as consequências ambientais. Esse fato implica em diversas questões, principalmente nas decisões sobre a compra de um tipo de carne, como também contra o Código de Defesa do Consumidor (BORNATOWSKI et al., 2015). Portanto, uma avaliação precisa tanto sobre o conhecimento público acerca dos produtos vendidos quanto do que realmente está sendo vendido, são medidas fundamentais para auxiliar na conservação de espécies ameaçadas, além de garantir a venda de produtos confiáveis ao público consumidor. Consequentemente, a transparência de informações precisas e confiáveis poderá ser repassada ao consumidor, permitindo assim, sua escolha quanto ao consumo ou não da carne de cação.

Dessa forma, o presente trabalho objetiva fazer o levantamento de dados sobre o consumo e perfil dos consumidores de pescado, em especial de elasmobrânquios, com a finalidade de avaliar o conhecimento destes, acerca dos tubarões e raias vendidos como carne de “cação” no litoral paranaense e Curitiba (Capítulo 1). Em complemento a isso, identificar as espécies vendidas como “cação” nos principais pontos comerciais de pescado do litoral do Paraná (Capítulo 2). Para tal, utilizaremos a técnica de DNA *barcoding* e assim, investigar o comércio das espécies ameaçadas de extinção ao longo da costa paranaense.

2 CAPÍTULO I

O artigo a ser submetido, foi redigido de acordo com as normas da revista pretendida, Neotropical Ichthyology, ISSN 1679-6225, fator de impacto 1,543

CAÇÃO OU TUBARÃO? PERFIL E CONHECIMENTO DOS CONSUMIDORES DE PESCADO NO LITORAL DO PARANÁ, BRASIL.

CAÇÃO OR SHARK? PROFILE AND KNOWLEDGE OF FISH CONSUMERS OFF THE COAST OF PARANÁ, BRAZIL.

Cristina Bernardo¹, Luís Henrique Martins Capp Vergès¹ e Hugo Bornatowski²

1 Programa de Pós-Graduação em Sistemas Costeiros e Oceânicos (PGSISCO), Universidade Federal do Paraná, 83255-976, Pontal do Paraná, PR, Brazil. E-mail: cristinabernardo83@gmail.com; ickvergesoceano@gmail.com

2 Associação MarBrasil, Pontal do Paraná, Paraná, 83255-000, Brazil. E-mail: anequim.bio@gmail.com

Resumo

A demanda mundial pelo pescado tem aumentado significativamente nas últimas décadas, principalmente devido ao crescimento populacional e à busca dos consumidores por alimentos mais saudáveis. No Brasil, o comércio de tubarões e algumas raias ocorre sob o nome popular de “cação”, termo que rotula várias espécies. Além disso, a carne de “cação” é vendida na forma de filé ou posta impossibilitando o consumidor de saber o produto que está adquirindo. Assim, o objetivo deste estudo é avaliar o perfil dos consumidores de pescado e o conhecimento público acerca dos tubarões e raias vendidos como carne de “cação” nos principais centros de comercialização de pescados no litoral do Paraná e Curitiba. Um total de 140 voluntários responderam aos questionários, e cerca de 77% destes, consomem ou já consumiram cação alguma vez na vida. A percepção ambiental, com relação aos elasmobrânquios esteve mais presente no público de até 30 anos de idade com ensino

fundamental, corroborando com outros estudos. Embora os entrevistados tenham mostrado algum conhecimento acerca dos elasmobrânquios, ainda falta muito para que o público realmente tenha conhecimento sobre o que está consumindo. Além disso, a já existente obrigatoriedade da rotulagem é ineficiente para mercados de peixe e feiras livres, tornando-se necessária a rápida implementação de campanhas educativas e de rotulagem para informar os consumidores quais animais eles estão consumindo e quais são os riscos associados.

Palavras-chave: cação; mercados de peixe; percepção ambiental; consumidores; litoral do Paraná.

Abstract

The global demand for fish has increased significantly in recent decades, mainly due to population growth and consumers' search for healthier food. In Brazil, the trade in sharks and some rays occurs under the popular name of "cação", a term that labels several species. In addition, "cação" meat is sold in the form of fillet or steak, making it impossible for the consumer to know the product he is purchasing. Thus, the objective of this study is to evaluate the profile of fish consumers and the public knowledge about sharks and rays sold as "cação" meat in the main fish marketing centers on the coast of Paraná and Curitiba. A total of 140 volunteers answered the questionnaires, the majority of whom were men (53.6%) between 31 and 40 years old (33.8%). Approximately 77% of respondents consume or have already consumed "cação" and 38.6% were able to answer that "cação" meat corresponds to a species of shark. The environmental perception regarding elasmobranchs was more present in the public of up to 30 years of age with elementary education, corroborating with other studies. Although respondents showed some knowledge about elasmobranchs, there is still a long way to go before the public really knows what they are consuming. In addition, the already existing mandatory labeling is inefficient for fish markets and open markets, making it necessary to quickly implement educational and labeling campaigns to inform consumers which animals they are consuming and what are the associated risks.

Keywords: cação; fish market; environmental perception; consumers; coast of Paraná.

Introdução

A demanda mundial por pescado tem aumentado significativamente nas últimas décadas, principalmente devido ao crescimento populacional e à busca dos consumidores por alimentos mais saudáveis (Brabo *et al.*, 2016). Diversos fatores influenciam no consumo de pescado, dos quais se destacam os socioeconômicos, características pessoais, estado de saúde e dimensões atitudinais (Trondsen *et al.*, 2003). Além destes, o valor nutricional e as características sensoriais do pescado, como odor, sabor, cor e textura, são fortes estimulantes na hora do consumo (Maciel *et al.*, 2015). No Brasil, um aumento do consumo aparente anual de pescado pôde ser percebido, passando de 9,9 Kg *per capita* na década de 1960 para 19,7 Kg *per capita* em 2013 (FAO, 2016). Estudos realizados para identificar os fatores que determinam o consumo de pescado em várias regiões do país, de fato, apontam que características sensoriais e a qualidade, são as principais motivadoras na aquisição e consumo, bem como seu preço (por exemplo, Maciel *et al.*, 2012; Vasconcelos *et al.*, 2013; Maciel *et al.*, 2015). Vasconcelos *et al.* (2013) consideraram ainda que, o nível de escolaridade do consumidor bem como sua renda mensal, influenciam no consumo do pescado.

No Brasil, tubarões e algumas raias são comercializados sob o nome popular de “cação”, termo utilizado para rotular diversas espécies (Almerón-Souza *et al.*, 2018). Como as carcaças são cortadas antes de serem vendidas, é praticamente impossível saber qual espécie está sendo comercializada com base em características morfológicas (Bornatowski *et al.*, 2015). Assim, em regiões costeiras, geralmente ela é vendida na forma de filé ou posta, enquanto, em regiões não litorâneas e em grandes cadeias de supermercados, a carne é vendida em fatias congeladas de carcaças grandes, comumente importada de outros países (Barreto *et al.*, 2017; Bornatowski *et al.*, 2018). É uma carne considerada de baixo valor, se comparada aos peixes mais comuns, como o Robalo (*Centropomus* spp.) e a pescada amarela (*Cynoscion acoupa*), e geralmente comercializada sem rotulagem adequada (Barreto *et al.*, 2017). A carne branca e a ausência de espinhas são algumas das qualidades que mais se destacam nesse alimento (Begossi *et al.*, 2012). No entanto, o consumo de tubarões é preocupante para a saúde humana devido à grande quantidade de metais pesados (chumbo e mercúrio) contida na carne, acumulados através da biomagnificação (Pethybridge *et al.*, 2000; Escobar-Sánchez *et al.*, 2011; Lopez *et al.*, 2013). Há diferenças nas concentrações de mercúrio encontradas entre as espécies de tubarões, as quais dependem do diferencial de presas com quantidades diferentes de mercúrio e ao mercúrio contido nos sedimentos, água e matéria orgânica suspensa com a qual as espécies interagem (Maz-Courrau *et al.*, 2012).

Além disso, a biodisponibilidade destes metais também depende de processos bioquímicos específicos, da fisiologia de cada espécie e aspectos reprodutivos (Maz-Courrau *et al.*, 2012).

Essa falta de informação e percepção do consumidor, influencia nas tomadas de decisões relacionadas à saúde e/ou conservação, interferindo nos esforços para reduzir e evitar o consumo de espécies ameaçadas de extinção (Bornatowski *et al.*, 2018). Nesse sentido, o objetivo do presente estudo é realizar um levantamento de dados sobre o consumo e perfil dos consumidores de pescado, em especial de elasmobrânquios, com a finalidade de avaliar o conhecimento destes, acerca dos tubarões e raias vendidos como carne de “cação” nos principais centros de comercialização de pescados do litoral do Paraná e Curitiba.

Material e Métodos

Locais de amostragem

A pesquisa foi feita entre maio e agosto de 2018, por meio da realização de entrevistas semiestruturadas, direcionadas à potenciais consumidores de pescado. Foram entrevistados 140 voluntários nos principais centros de comercialização de pescados do litoral do Paraná e Curitiba. As pessoas foram abordadas aleatoriamente e convidadas a participar da pesquisa, não havendo critério de seleção das mesmas. Os dados foram coletados através de um questionário (Anexo 1) que visou traçar o perfil e o conhecimento do consumidor a respeito da carne de “cação”. Em Curitiba, as entrevistas ocorreram no Mercado Municipal da capital (25° 26' 03"S; 49° 15' 26" W) e no litoral, nos municípios de Pontal do Paraná (25° 40' 24"S; 48° 30' 39"W), Matinhos (25° 49' 8" S; 48° 32' 29" W) e Guaratuba (25° 52' 58" S; 48° 34' 29" W).

Análises estatísticas

Todos os dados foram tabulados em uma planilha Excel (Office 365) e análises básicas com os valores absolutos foram elaboradas para um resultado geral mais descritivo. Em uma segunda etapa do processamento dos dados, utilizamos o ambiente computacional R (versão 3.6.1/2018) para fazer a Análise de Correspondência Múltipla (ACM) sobre a matriz de respostas dos entrevistados. A ACM é uma forma especial de análise de correspondência em que as variáveis são categóricas, sendo projetada principalmente para analisar uma série de indivíduos caracterizados por variáveis qualitativas (Bocard *et al.*, 2018). O principal objetivo desta análise é identificar um grupo de indivíduos com perfil semelhante em suas respostas e buscar associações entre categorias de variáveis. Assim, a Análise de

Correspondência Múltipla é feita considerando “variáveis explicativas” como variáveis ativas na análise e “variáveis resposta” como suplementares ou ilustrativas. Nesse caso, podemos verificar as relações entre as categorias das “variáveis explicativas” com as categorias das “variáveis resposta” como também, observar as associações entre as categorias das “variáveis explicativas” (Coldebella, 2000).

Para tal análise, das 20 questões feitas aos entrevistados, treze foram tratadas como mais relevantes (Tab. 1). Dentre o total de entrevistas, foram consideradas válidas aquelas em que todas as questões foram respondidas e os voluntários que consumiam pescado. Nas questões Q7 e Q9, que mostram a frequência de consumo de cação e tubarão, respectivamente, alternativas marcadas por menos de 10 indivíduos foram agrupadas para melhor precisão e visualização das análises, não ocasionando prejuízo aos resultados (Tab.1). Assim, os dados foram reprocessados, totalizando 117 entrevistas.

Assim, as questões Q1, Q2 e Q3 (Tab.1) foram utilizadas para traçar o perfil dos entrevistados e definidas como variáveis suplementares ou “variáveis resposta”. Ou seja, variáveis que não participam do cálculo dos autovalores e autovetores, mas podem ser representadas nos planos fatoriais aplicando o princípio do baricentro para variáveis qualitativas: cada categoria é a média de um grupo de indivíduos (Saporta, 1990).

Embora a questão “Q12 - Cação corresponde a qual tipo de animal?” não corresponda ao perfil do entrevistado, ela também foi tratada como suplementar, em uma tentativa de correlacionar suas categorias às questões sobre o consumo e teve suas respostas agrupadas em três categorias. São elas: um peixe qualquer (t1) (um peixe qualquer, um peixe do mar, vários peixes diferentes e outros), uma espécie de tubarão – (t2) (uma espécie de tubarão, um filhote de tubarão ou tubarão pequeno) e um peixe sem espinhos ou raia (t3).

As demais questões, de Q5 a Q18 (Tab.1), foram tratadas como variáveis ativas e são as que determinam os eixos. Portanto, o objetivo é verificar se o perfil dos entrevistados como idade, gênero, escolaridade e seu conhecimento sobre a carne de cação, possui correlação com o consumo de elasmobrânquios. Deste modo, temos 09 variáveis ativas e quatro suplementares.

QUESTÕES		RESPOSTAS
Q1	Sexo	F; M
Q2	Idade	a1; a2; a3; a4
Q3	Escolaridade	Esc1; Esc2; Esc3
Q5	Com que frequência come peixe?	b; c; d; e
Q6	Já comeu carne de cação?	S; N; NS
Q7	Com que frequência come carne de cação?	e; f; i
Q8	Já comeu tubarão?	S; N
Q9	Com que frequência come tubarão?	e; f; i
Q10	Já comeu raia?	S; N
Q11	Com que frequência come raia?	e; f
Q12	Cação corresponde a qual tipo de animal?	t1; t2; t3
Q13	Se você soubesse que a carne de "cação" vendida nos supermercados é na verdade carne de diversos tipos de tubarão, você consumiria mesmo assim?	S; N
Q18	Você sabia que cerca de um quarto (25% de 1100) das espécies de tubarões e raias estão ameaçadas de extinção em todo mundo?	S; N

Tab. 1. Questões utilizadas nas análises e possíveis respostas, onde: F – Feminino; M – Masculino; a1 – 18 a 30 anos; a2 – 31 a 40 anos; a3 – 41 a 50; a4 – mais de 51; Esc1 – Ensino Fundamental completo e incompleto; Esc2 – Ensino Médio completo e incompleto; Esc3 – Superior completo e incompleto e Pós-graduação; b – de 1 a 3 vezes na semana; c – 1 vez por mês; d – 1 a 3 vezes por mês; e – raramente; f – Nunca; i – 1 a 3 vezes na semana a 3 vezes por mês; t1 – um peixe qualquer; t2 – uma espécie de tubarão; t3 – peixe sem espinhos ou raia; S – Sim; N – Não; NS – Não Sabe

Resultados e Discussão

Os resultados referentes ao perfil dos entrevistados mostraram que de 140 respondentes, cerca de 54% foi representada por homens, tendo a maioria, idades entre 31 e 40 anos. A pesquisa alcançou todos os tipos de escolaridade, com boa parte dos entrevistados (37,3%), possuindo graduação ou pós-graduação completa.

Com relação à frequência de consumo do pescado, 29% dos respondentes informaram consumir de uma a três vezes por semana e 21,7%, de uma a três vezes ao mês. A parcela que raramente consome pescado ficou em 23,2%.

Os atributos em relação ao pescado na hora da compra, também tiveram importância para os consumidores. Nesse quesito, mais de uma opção pôde ser escolhida e os resultados mostraram que os entrevistados se preocupam bastante com questões sanitárias e de saúde (71,7%), sabor (50,7%), procedência do produto (38,4%) e preço (28,3%). Esse resultado é consistente com Barros (2001) e Maciel *et al.* (2015), que constataram que o sabor é um dos principais atributos considerados pelo consumidor individual. O preço e a procedência do produto também foram considerados fatores de grande importância (Maciel *et al.*, 2015). As questões ambientais e sociais envolvendo a pesca também foram consideradas, porém em uma porcentagem menor que os demais atributos (17,4% e 2,9%, respectivamente).

Quanto ao consumo de cação (Q6), 77,1% alegaram já ter comido e a maioria destes (65,2%), informou um consumo raro. Em contraste, quando perguntados sobre o consumo de tubarões (Q8), a maioria dos respondentes (75,7%) informou nunca ter consumido. Isso foi observado também para o consumo de raias (Q10), onde 82,9% afirmou jamais ter comido (Fig. 1).

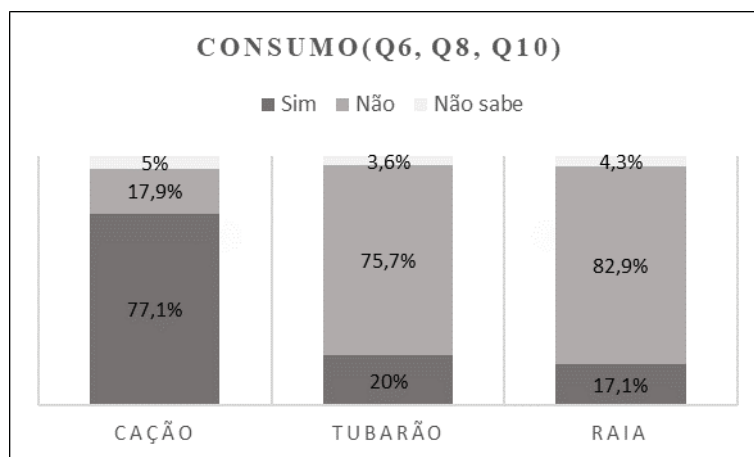


Fig. 1. Percentual de respostas às questões Q6, Q8 e Q10, referentes ao consumo de cação, tubarão e raia, respectivamente.

Dentre os peixes mais procurados na hora da compra, estão a tilápia (67,4%), o salmão (52,2%) e o linguado (42,8). Nesta questão, os participantes puderam selecionar mais de uma opção de pescado e o cação foi o menos citado, com 20,7% de preferência. Como visto, não é grande a preferência pela carne de cação. As respostas dos consumidores sobre suas preferências demonstram que, apesar de ser identificado como cação para superar a resistência

do consumidor em comer carne de elasmobrânquios, ele ainda estava entre os peixes menos preferidos. Este resultado corrobora com Bornatowski *et al.* (2015), que no quesito preferência, obteve cação como resposta menos comum. Em contraste, no estudo de Vasconcelos *et al.* (2013), o cação esteve entre os preferidos, perdendo apenas para a pescada (*Macrodon ancylodon* e *Cynosion* spp. – Bloch and Schneider, 1801) e a sardinha (*Sardinella brasiliensis* – Steindachner, 1879). Possivelmente estas divergências na preferência do pescado variam para cada região do país, já que cada região possui seus costumes, hábitos alimentares e culturas individuais.

Análise de correlação dos dados

A Análise de Correspondência Múltipla (ACM) gerou como resultado primário um gráfico composto por duas dimensões (Dim1 e Dim2), as quais responderam por 34,2% dos dados. Na ACM, a variação dos dados é expressa em inércia, como na Análise Canônica (CA). Na maioria dos casos, a inércia dos primeiros eixos (Dim1 e Dim2) é relativamente baixa quando comparada à inércia de outras análises (CA e PCA), pois o cálculo na ACM envolve a expansão da matriz de dados, de modo que os níveis de todos os *p* valores são representados por variáveis binárias fictícias (Bocard *et al.*, 2018). Os pontos em azul representam a posição de cada entrevistado no gráfico, que quanto mais próximos entre si, maior sua correlação, representada por suas similaridades de respostas referentes às questões sobre o conhecimento e consumo da carne de “cação” (variáveis ativas - pontos vermelhos) e às variáveis suplementares, que representam o perfil de cada entrevistado (pontos verdes) (Fig. 2).

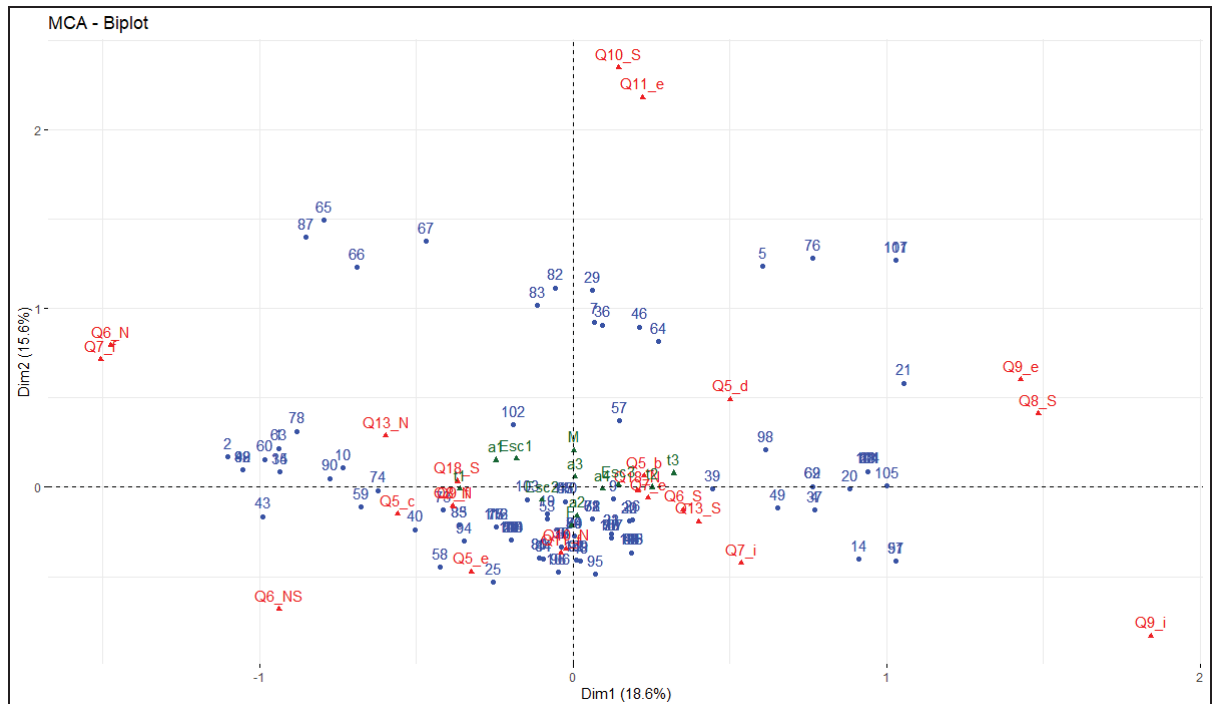


Fig. 2. Gráfico da ACM demonstrando a posição dos entrevistados (em azul), em relação às respostas das questões referentes ao conhecimento e consumo da carne de "cação" (em vermelho) e o perfil social (em verde).

As categorias de variáveis que mais contribuíram para as formações das dimensões 1 e 2 foram as respostas “sim” das questões Q8 (Q8_S) e Q10 (Q10_S), “raramente” das questões Q11 (Q11_e) e Q9 (Q9_e), “nunca” da questão Q7 (Q7_f) e “não” da questão Q6 (Q6_N) (Fig. 3).

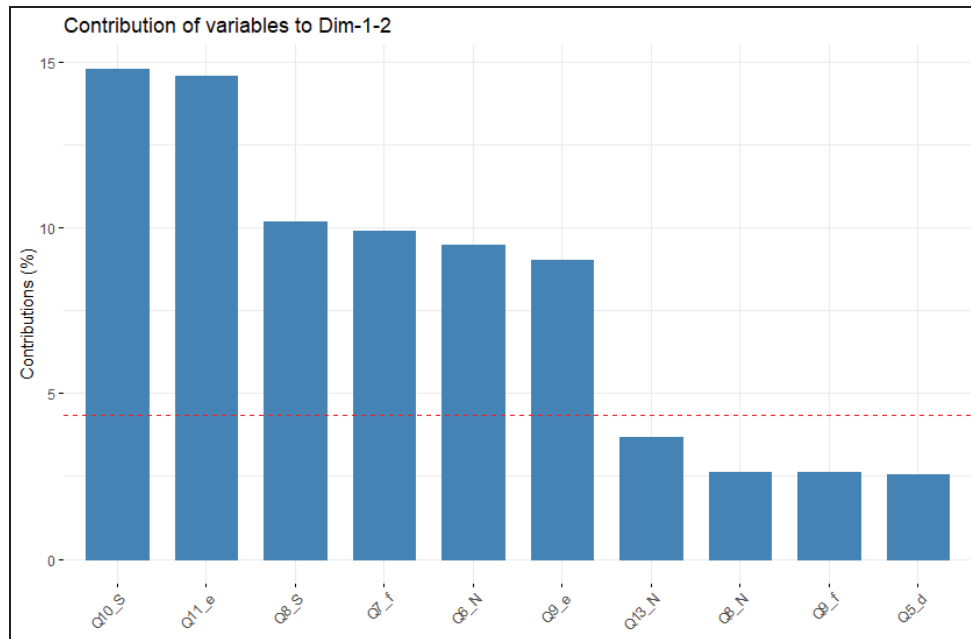


Fig. 3. Porcentagem de contribuição das dez principais categorias de variáveis que contribuíram para as dimensões 1 e 2.

A Fig. 4 permite identificar a formação de três grupos correlacionados com questões que tiveram menores contribuições para a composição das dimensões 1 e 2. O Grupo A foi composto predominantemente por mulheres (F) com ensino médio completo ou incompleto (Esc2) com idades entre 31 e 40 anos (a2) e que se relacionaram por terem respondido nunca terem comido tubarão (Q9_f) ou raia (Q10_N e Q11_f). O grupo B foi composto predominantemente por entrevistados mais velhos, com idade de 51 anos ou mais (a4), que possuem ensino superior completo ou incompleto (Esc3) e que se correlacionaram pelas respostas referente ao conceito de “cação”, respondendo ser uma espécie de tubarão (t2) ou um peixe sem espinhos ou raia (t3). Este grupo ainda, consome pescado de uma a três vezes na semana (Q5_b), consome ou já consumiu carne de cação (Q6_S) mas de maneira rara, com baixas frequências mensais (Q7_e, Q7_i), continuaria a comer carne de cação mesmo sabendo que ela pode ser oriunda de diferentes espécies de tubarões (Q13_S) e demonstrou não saber sobre o risco de extinção de cerca de 25% das espécies de tubarões e raias em todo o mundo (Q18_N). Já o grupo C, foi composto predominantemente por indivíduos homens (M), com idades entre 18 e 30 anos (a1), ensino fundamental completo ou incompleto (Esc1) e que responderam que tubarão é um peixe qualquer (t1). Apesar disso, este grupo demonstrou saber sobre o risco das espécies à extinção (Q18_S) e optou por não consumir carne de cação ao descobrir que esta, pode ser obtida através de várias espécies diferentes de tubarões (Q13_N). Resultado semelhante foi encontrado por Vergès (2017), onde as pessoas com escolaridade

básica sabiam que a maioria das espécies de elasmobrânquios está sob algum grau de ameaça de extinção.

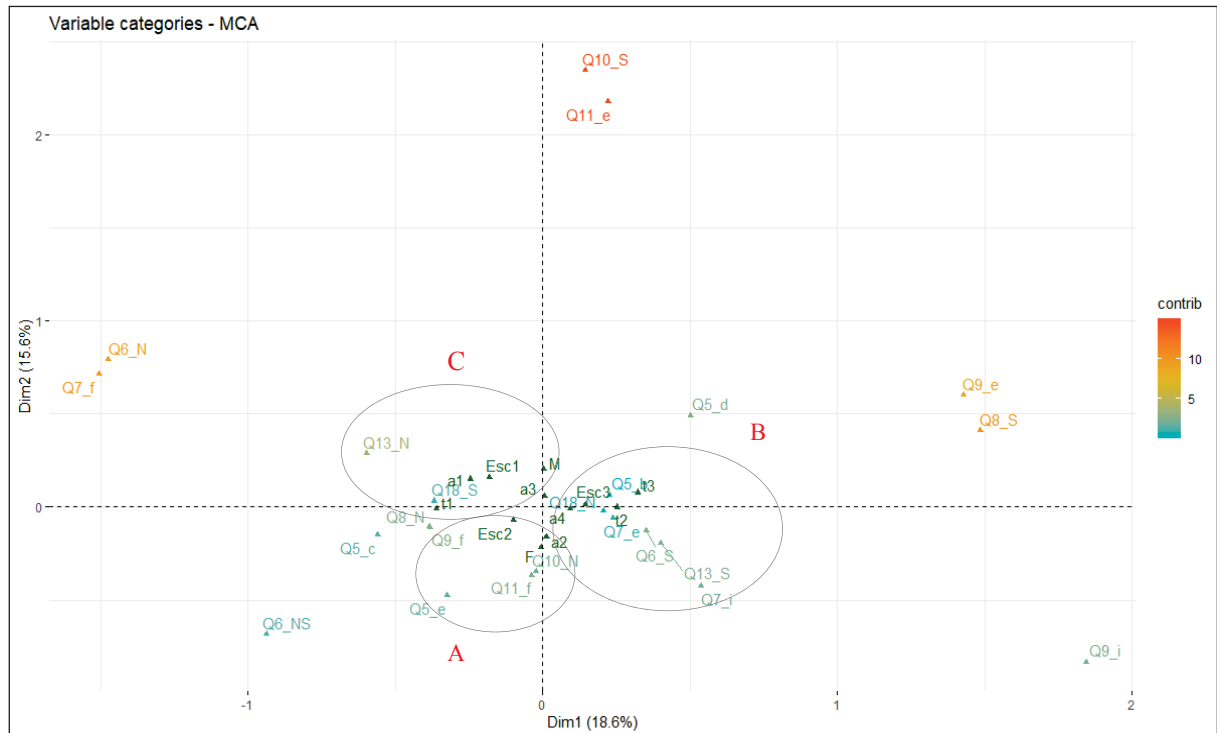


Fig. 4. Gráfico de dispersão mostrando a contribuição das variáveis para as dimensões através de um gradiente de cores. Maiores contribuições em vermelho e menores contribuições em azul. Em verde escuro, estão as variáveis suplementares (Sexo, idade, escolaridade e opinião dos entrevistados sobre o que é a carne de cação) (Ver Tab.1). Os grupos A, B e C representam algumas correlações analisadas no texto.

Em estudo nas ilhas das Peças e do Mel, também no litoral do Paraná, Vergès (2017) explicitou a ampla falta de conhecimento dos entrevistados sobre o que é um cação, pois apenas 12% dos entrevistados acertaram a resposta. A falta de conhecimento foi predominantemente composta por pessoas do sexo feminino e com ensino superior, enquanto a minoria que sabia o que era cação, foi composta por pescadores ou pessoas que tinham algum contato indireto com a pesca e um grau de escolaridade restrito (lacunas no ensino básico nessas regiões) (Vergès, 2017). Este padrão também foi encontrado em Bornatowski *et al.* (2015), onde a maioria dos entrevistados possuía graduação ou pós graduação, mas que apenas uma pequena parcela sabia o que era cação. O contrário foi observado no presente estudo, que apesar de ter apontado correlações pouco significativas em suas análises, mostrou um predomínio de entrevistados com mais de 51 anos, com ensino superior que sabiam o que era a carne de cação. No entanto, não possuíam a percepção de que o grupo de

elasmobrânquios é marcado por diversas ameaças. Esta percepção pôde ser evidenciada em outro grupo, com entrevistados mais jovens de escolaridade básica, que, apesar de terem respondido erroneamente sobre o que é o cação, não demonstraram interesse no consumo, quando informados que esta carne era de tubarão ou raia. Ao contrário do que pensamos, o consumo de cação e principalmente, a percepção ambiental do consumidor não foi determinada pela escolaridade.

No entanto, apesar destes agrupamentos, ao analisarmos individualmente as questões responsáveis pelas maiores contribuições na formação das dimensões 1 e 2, fica claro um padrão horizontal de respostas relacionado à dimensão 2 (Figs. 5 e 6) para as questões Q6, Q7, Q8 e Q9. Já as questões Q10 e Q11 apresentaram um claro padrão vertical relacionado à dimensão 1. Tais padrões podem estar associados com baixa significância (devido à proximidade da intersecção dos eixos), na dimensão 2, com a escolaridade e ao conhecimento do que seria um cação, e na dimensão 1, com a idade.

De acordo com a Fig. 5 (Q6), a maioria dos entrevistados alguma vez já consumiu ou consome carne de cação. Dentre eles, um maior número afirmou consumir raramente e alguns afirmaram consumir cação de 1 a 3 vezes na semana a 3 vezes por mês (Q7). Essa baixa frequência no consumo pode estar relacionada à preferência dos consumidores por outros tipos de pescados. Como visto anteriormente, tilápia, salmão e linguado foram os peixes mais procurados nos mercados, enquanto cação foi o menos citado na hora da compra.



Fig. 5. Gráficos de dispersão, referentes às questões “Q6 – Já consumiu carne de cação?” e “Q7 – Com que frequência consome?”, onde os números representam cada entrevistado. Indivíduos agrupados por cor conforme similaridade das respostas, com elipses de confiança em torno do ponto médio das categorias. São elas: Para Q6 - S (sim - verde), N (não - vermelho) e NS (não sabe - marrom); para Q7 - “e” (raramente - verde), “f” (nunca - azul) e “i” (1 a 3 vezes na semana a 3 vezes por mês - rosa).

A Fig. 6 mostra as questões relacionadas ao consumo de tubarão (Q8 e Q9) e nota-se que a maioria dos entrevistados respondeu negativamente a estas questões. Comparando os gráficos referentes às questões Q6 e Q8, pode-se observar que estes mesmos entrevistados estiveram divididos entre os que consomem ou não cação e também os que não sabem. Uma pequena parcela dos consumidores assumiu consumir os dois (Figs. 5 e 6). Estes contrastes nos resultados, demonstram a falta de conhecimento da maioria dos entrevistados, os quais acreditam não estar consumindo tubarão ou raia quando adquire a carne de cação no mercado. Resultado semelhante foi encontrado por Bornatowski *et al.* (2015), onde a maioria dos entrevistados respondeu que consumia carne de cação, mas não de tubarão.

Essa inconsistência nas respostas dos consumidores demonstra que eles percebem o cação como algum outro tipo de peixe marinho. No entanto, quando perguntados que tipo de pescado seria o cação, boa parte dos consumidores (53,1%) respondeu corretamente, dizendo que é uma espécie de tubarão, ou ainda, um filhote ou um pequeno tubarão, gerando um conflito nas respostas a essas duas questões. Talvez esta inconsistência em dizer que consome cação, mas não tubarão, mesmo sabendo ao que o termo cação se refere, tenha relação com o

pensamento de que consumir tubarão é errado/ilegal. Além disso, muitas pessoas não sabem que em nosso litoral há tubarões (obs. pess.) o que pode gerar dúvidas na hora de responder sobre o consumo.

Observando os gráficos referentes às questões Q7 e Q9 (Figs. 5 e 6), concluímos que a maioria dos entrevistados que responderam positivamente ao consumo de cação e tubarão, o fazem raramente.



Fig. 6. Gráficos de dispersão, referentes às questões “Q8 – Já consumiu tubarão?” e “Q9 – Com que frequência consome?”, onde os números representam cada entrevistado. Indivíduos agrupados por cor conforme similaridade das respostas, com elipses de confiança em torno do ponto médio das categorias. São elas: Para Q8 - S (sim - marrom), N (não - vermelho); para Q9 - “e” (raramente - verde), “f” (nunca - azul) e “i” (1 a 3 vezes na semana a 3 vezes por mês - rosa).

As categorias de variáveis mais significativas para a composição das dimensões 1 e 2 envolveram as questões relacionadas às raias. A Fig. 7, mostra uma divisão clara associando respostas positivas e negativas ao consumo, bem como sua frequência. Como observado para os outros grupos (cação e tubarão), o consumo de raias também é raro. Vale ressaltar que durante as entrevistas, quando perguntado aos voluntários sobre o consumo de raia, a maioria deles demonstrava uma certa afeição ao animal (obs. pess.). Talvez por ser um animal carismático, as pessoas não desejam consumi-lo e uma ampla divulgação das informações corretas sobre o que é vendido como cação, poderia diminuir o consumo.

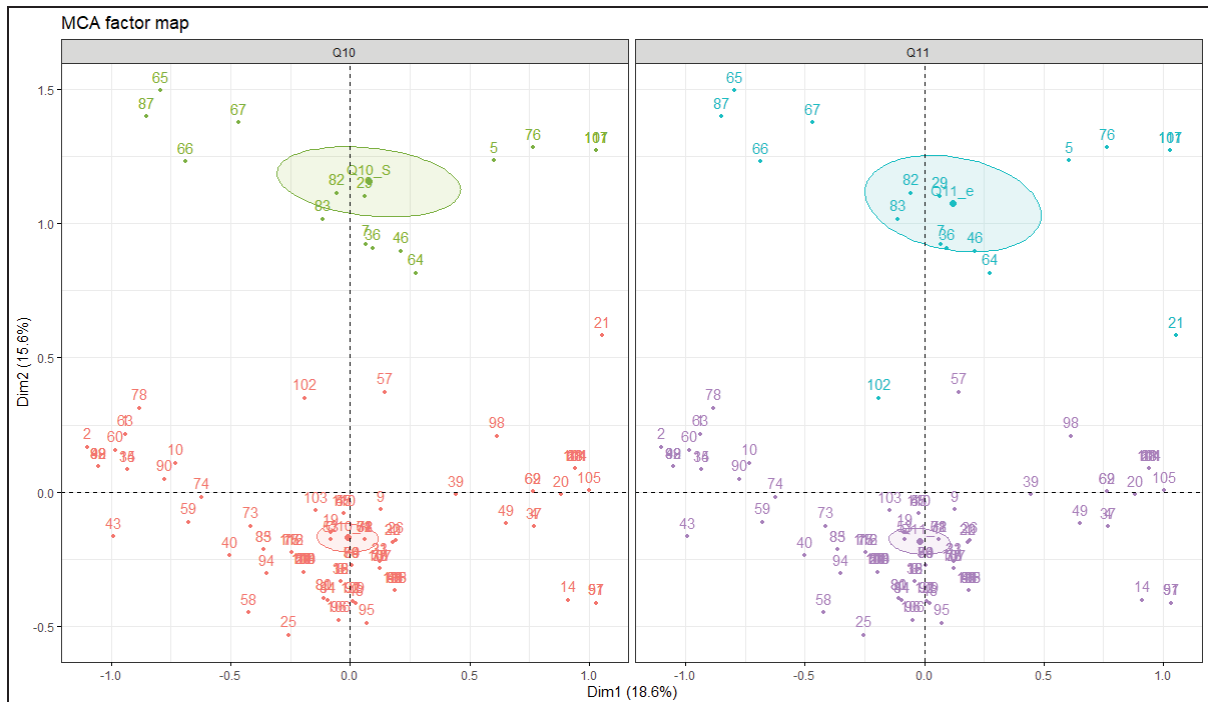


Fig. 7. Gráficos de dispersão, referentes às questões “Q10 – Já consumiu raia?” e “Q11 – Com que frequência consome?”, onde os números representam cada entrevistado. Indivíduos agrupados por cor conforme similaridade das respostas, com elipses de confiança em torno do ponto médio das categorias. São elas: Para Q10 - S (sim - marrom), N (não - vermelho); para Q11 - “e” (raramente - verde), “f” (nunca - roxo).

Mesmo que todos os entrevistados tenham mostrado algum conhecimento, seja sobre o status de conservação dos elasmobrânquios, seja sobre o que é o cação, ainda falta muito para que o público realmente tenha conhecimento sobre o que está consumindo. Ainda que haja a obrigatoriedade de rotulagem, informando qual espécie está sendo comercializada em supermercados, esta ação é ineficiente, pois não atinge os mercados de peixe e feiras livres, onde há a venda indiscriminada de qualquer espécie, esteja ela ameaçada de extinção ou não. Assim, é necessária a rápida implementação de campanhas educativas e de rotulagem para informar os consumidores quais animais eles estão consumindo e quais são os riscos associados à saúde humana e à conservação das espécies.

Referências Bibliográficas

- Almerón-Souza, F., Sperb, C., Castilho, C. L., Figueiredo, P. I., Gonçalves, L. T., Machado, R., Oliveira, L. R., Valianti, V. H., Fagundes, N. J. Molecular Identification of Shark Meat From Local Markets in Southern Brazil Based on DNA Barcoding: Evidence for Mislabeling and Trade of Endangered Species. *Frontiers in genetics*, 9, 2018.
- Barreto, R. R., Bornatowski, H., Motta, F. S., Santander-Neto, J., Vianna, G. M. S., Lessa, R. Rethinking use and trade of pelagic sharks from Brazil. *Marine Policy*, 2017, 85, 114-122.
- Barros, A. R. Fundamentos econômicos da dinâmica da pesca em Pernambuco. *Revista Econômica do Nordeste*, 2001, 32, 569-591.
- Begossi, A., Salivonchyk, S. V., Hanazaki, N., Martins, I. M., Bueloni, F. Fishers (Paraty, RJ) and fish manipulation time: a variable associated to the choice for consumption and sale. *Brazilian Journal of Biology*, 2012, 72(4), 973-975.
- Borcard, D., Gillet, F., & Legendre, P. *Numerical ecology with R*. Springer. 2018.
- Bornatowski, H., Braga, R. R., Kalinowski, C., Vitule, J. R. S. “Buying a Pig in a Poke” The Problem of Elasmobranch Meat Consumption in Southern Brazil. *Ethnobiology Letters*, 2015, 6(1), 196-202.
- Bornatowski, H., Braga, R. R., Barreto, R. P. Elasmobranchs consumption in Brazil: impacts and consequences. In *Advances in Marine Vertebrate Research in Latin America*, 2018 (pp. 251-262). Springer, Cham.
- Brabo, M. F., Pereira, L. F. S., Santana, J. V. M., Campelo, D. A. V., Veras, G. C. Cenário atual da produção de pescado no mundo, no Brasil e no estado do Pará: ênfase na aquicultura/Current scenario of fish production in the world, Brazil and Pará State: emphasis on aquaculture. *Acta of Fisheries and Aquatic Resources*, 2016, 4(2), 50-58.
- Coldebella, A. Análise de correspondência na identificação de variáveis associadas com intervalo entre partos em bovinos leiteiros. 2000. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- Escobar-Sánchez, O., F. Galván-Magaña, R. Rosiles-Martínez. Biomagnification of Mercury and Selenium in Blue Shark *Prionace glauca* from the Pacific Ocean Off Mexico. *Biological Trace Element Research*, 2011, 144:550-559.

FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2016. Contributing to food security and nutrition for all. 2016. Rome. 200 pp.

Lopez, S.A., N.L. Abarca, R. Meléndez. Heavy Metal Concentrations of Two Highly Migratory Sharks (*Prionace glauca* and *Isurus oxyrinchus*) in the Southeastern Pacific Waters: Comments on Public Health and Conservation. *Tropical Conservation Science*, 2013, 6:126-137.

Maciel, E. S., Vasconcelos, J. S., Sonati, J. G., Savay-da-Silva, L. K., Galvão, J. A., Oetterer, M. Perfil dos voluntários de universidade brasileira a respeito do consumo de pescado. *Segurança Alimentar e Nutricional*, 2012, 19(1), 60-70.

Maciel, E. S., Savay-da-Silva, L. K., Galvão, J. A., OETTERER, M. Atributos de qualidade do pescado relacionados ao consumo na cidade de Corumbá, MS. *Bol. Inst. Pesca*, 2015, São Paulo, 41(1), 199-206.

Maz-Courrau, A., López-Vera, C., Galvan-Magaña, F., Escobar-Sánchez, O., Rosiles-Martínez, R., Sanjuán-Muñoz, A. Bioaccumulation and biomagnification of total mercury in four exploited shark species in the Baja California Peninsula, Mexico. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 2012, 88(2), 129-134.

Pethybridge, H., D. Cossa, C.V. Butler. Mercury in 16 Demersal Sharks from Southeast Australia: Biotic and Abiotic Sources of Variation and Consumer Health Implications. *Marine and Freshwater Research*, 2009, 68:18-26.

Saporta, G. Probabilités, Analyse des Données et Statistique. Editions Technip, 1990.

Trondsen T., Scholderer J., Lund E., Eggen A.E. Perceived barriers to consumption of fish among Norwegian women. *Appetite*, 2003, 41(3):301-14.

Vasconcellos, J. P., Vasconcellos, S. A., Pinheiro, S. R., de Oliveira, T. H. N., Ribeiro, N. A. S., Martins, C. N., porfírio, B. A., Sanches, S. A., Souza, O. B., Telles, E. O., de Carvalho Balian, S. Individual determinants of fish choosing in open-air street markets from Santo André, SP/Brazil. *Appetite*, 2013, 68, 105-111.

Vergès, L. H. M. C. Percepção ambiental acerca dos elasmobrânquios no litoral do Paraná. Monografia (Graduação em Oceanografia) – Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2017, 46p.

3 CAPÍTULO II

O Artigo foi publicado na revista Marine Policy (ISSN 0308-597X, JCR = 2.86, Qualis CAPES A1) em 6 de março de 2020.

The label “Cação” is a shark or a ray and can be a threatened species! Elasmobranch trade in Southern Brazil unveiled by DNA barcoding .

Cristina Bernardo¹

Aisni Mayumi Corrêa de Lima Adachi²

Vanessa Paes da Cruz²

Fausto Foresti²

Robin H. Loose³

Hugo Bornatowski^{1,3,*}

1 - Programa de Pós-Graduação em Sistemas Costeiros e Oceânicos (PGSISCO), Universidade Federal do Paraná, Pontal do Paraná, Paraná, 83255-976, Brazil.

2 - Laboratório de Biologia e Genética de Peixes (LBGP), Instituto de Biociências de Botucatu (IBB), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Botucatu 18618-689, Brazil.

3 - Associação MarBrasil, Pontal do Paraná, Paraná, 83255-000, Brazil

* Corresponding author: anequim.bio@gmail.com; Phone number: +5547996585775

Abstract

Sharks exhibit peculiar characteristics, which may lead to overfishing to cause irreversible damage to stocks and failing to restore original population sizes. Although global fin trade has decreased since 2000 meat trade has increased, with Brazil figuring as the largest shark meat importer worldwide. Still, in Brazil, elasmobranchs are traded under the label “cação” making it difficult to monitor what species are actually being traded. To overcome elasmobranch fraudulent trade, molecular techniques have been developed aiding in illegal trade monitoring. Therefore, the objective of the present study was apply DNA barcoding technique (COI analysis) as a molecular support tool for the identification of shark species commercialized in

the main fish markets of southern Brazil. A total of 650 base pairs (bp) of barcode COI from 231 samples were sequenced and analyzed, identifying 16 different elasmobranch species, being 12 shark species and four batoid species. About 43.3% of the total sampled consists of species listed in some IUCN risk category (e.g. *Carcharias taurus*, *Carcharhinus falciformis*, *Sphyrna lewini*, *S. zygaena*, *Squatina guggenheim*). A key step for conservation would be encourage the consumer to demand the correct identification of the meat consumed. Such an attitude may influence the decision of supermarkets and fish markets to purchase only correctly identified products, which in turn would lead to the need for specialists actively and constantly working alongside fishery landings.

Keywords: Artisanal fisheries; DNA barcoding; Elasmobranch; meat importer; mislabeling.

Introduction

The Chondrichthyes class (sharks, rays and chimeras) is composed of approximately 1200 species, with 509 species of sharks and 630 species of rays currently described (subclass Elasmobranchii, here referred to as “sharks”) (*sensu* Weigmann, 2016). Sharks are aquatic organisms with more than 400 million years of evolutionary success, surviving from various mass extinctions (Camhi et al. 1998; Musick, 1999). Despite this evolutionary success, recent evidence indicates drastic declines in elasmobranch populations worldwide (e.g. Baum et al. 2003; Barausse et al. 2014; Stein et al. 2018), mainly due to overfishing (e.g. Stevens et al. 2000; Kyne and Simpfendorfer, 2010; Dulvy et al. 2014), coupled with additional threats such as habitat degradation, pollution and climate change (e.g. Simpfendorfer et al. 2011). Also, the high media coverage of shark-human conflicts may lead the public perception that sharks are dangerous to people, resulting in acceptance of culling and fishing (Bornatowski et al. 2019). Although population status of several species is still unknown to several regions (Jabado et al. 2018), sharks are among the most endangered vertebrates nowadays (Dulvy et al. 2014).

Sharks have peculiar characteristics, such as reproductive strategies characterized by late sexual maturation, slow growth and high longevity, leading overfishing to cause irreversible damage to stocks and failing to restore original population sizes (Garcia et al. 2008; Dulvy et al. 2014). Due to their unique life strategies and biological characteristics, elasmobranchs require specific and stricter measures than those commonly adopted for other aquatic organisms (Dulvy et al. 2017; Stein et al. 2018). Reduction of elasmobranch

populations can have serious consequences for ecosystem services, as most sharks are top predators acting as regulators of lower trophic levels (*e.g.* Ferretti et al. 2008; Heithaus et al., 2008). Still, many poor communities around the world depend on shark fishing as a protein source and artisanal fishing for their livelihoods (WildAid, 2007), and many regions rely on shark dive for income and employment generation (Vianna et al. 2012).

International fin trade has been a major cause of overfishing, and although global fin trade has decreased since 2000, meat trade has increased by 42% from 2000 to 2011, with Brazil figuring as the largest shark meat importer worldwide (Dent and Clarke, 2015; Barreto et al. 2017). According to the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), industrial and artisanal fleets supply the fins to the international market, while the meat is diverted to meet emerging market demands (Dent and Clarke, 2015; Barreto et al., 2017). Brazil has recently been identified as a global flow channel for shark carcasses. Over the past 15 years, the country has imported large quantities of shark carcasses from international fleets, which also export fins to meet the demands of the international luxury market (Barreto et al. 2017).

Shark meat consumption is reported for some developing countries, such as Sri Lanka, Mexico and parts of Africa, where shark meat consumption represents the most viable form of protein consumption in the poorest communities (WildAid, 2007). In contrast, in many countries shark meat is considered of low quality, being necessary to unlink the name "shark" or "ray" from marketed meat to overcome consumer prejudice (Vannuccini, 1999; Bornatowski et al. 2013). There is also the discrepancy in public knowledge about commercialized shark meat, which is called “cação” causing many people to consume shark meat unknowingly (Bornatowski et al. 2015, 2018). Studies have pointed to mislabeling for several species of teleosts and elasmobranchs, in addition to the trade of endangered species (*e.g.* Wong and Hanner, 2008; Rodrigues-Filho et al. 2009; Barbuto et al. 2010; Carvalho et al. 2011; Staffen et al. 2017; Feitosa et al. 2018; Ferrette et al. 2019). However, the identification of which species of sharks and rays are marketed at small-scale fishery landing points is still scarce.

In Brazil, sharks and some rays are traded under the popular name “cação” (Almerón-Souza et al. 2018). As carcasses are fully processed before being sold, it is virtually impossible to identify most of the species that are being marketed considering morphological characteristics alone (Bornatowski et al. 2015). Thus, in coastal regions, meat is usually sold in the form of fillet or thermidor, while in non-coastal regions and large supermarket chains, meat is sold as frozen thermidor (*i.e.* cross section of meat), commonly imported from other

countries (Barreto et al. 2017; Bornatowski et al. 2018). It is considered a meat of low value compared to the most commonly sold fish and is generally marketed without proper labeling (Barreto et al. 2017). White color and the absence of pimples are some of the qualities that stand out in elasmobranch meat (Begossi et al. 2012).

To overcome elasmobranch fraudulent trade, molecular techniques have been developed aiding in species identification and assisting in illegal trade monitoring. DNA *barcoding*, more specifically COI analysis, is a powerful tool that has been successfully used in many shark studies (*e.g.* Ward et al. 2008; Holmes et al. 2009; Feitosa et al. 2018; Almerón-Souza et al. 2018). It allows identification even when the whole body is not available for proper morphological assessment (Frézal and Leblois, 2008). Given the context presented above, the identification of elasmobranchs at the species level is fundamental to strengthen monitoring and management measures (Bornatowski et al. 2014). Therefore, the objective of the present study is to apply DNA barcoding technique as a molecular support tool for the identification of shark species commercialized in the main fish markets of southern Brazil, providing support for the correct identification of the species that are being traded under the label "cação".

Material and Methods

Fisheries

Fishery activities on the coast of Paraná State, southern Brazil, are exclusively artisanal or small-scale. In the 105 km of coast, the limits are the Ararapira village (25°12'44"S – 48°01'15"W), to the north, and the mouth of Saí-Guaçu River (25°58'38"S – 48°35'26"W), to the south (Lana et al. 2001). The boats (canoe of fiberglass or wood) operate up to 25 miles of the coast. The fisheries target mostly different resources during the year, based on seasonal changes in species abundance and tourism (Robert and Chaves, 2006). The trawlers target shrimps (Robert et al. 2006; Andriguetto et al. 2009), while gillnets targets mainly teleosts and elasmobranchs (Robert and Chaves, 2006; Bornatowski et al. 2011). Monofilament gillnet gear includes both bottom-set and driftnets with mesh sizes ranging from 5 to 40 cm (between opposite knots) (Andriguetto et al. 2009; Bornatowski et al. 2011). Nevertheless, traditional fisheries along the coast of Paraná catch large numbers of neonate and juvenile elasmobranchs (Bornatowski and Abilhoa, 2012). The local fish markets sell fishing resources from landings of the artisanal fleet from Paraná coast.

Tissue sampling and processing

We collected uncharacterized samples of shark meat sold in the fish markets monthly from October 2017 to November 2018 (Figure 1). Only the most representative landing points for elasmobranchs were considered (see black circles in Figure 1). We collect a 1cm³ of tissue sample from fillets or thermidor pieces (i.e. cross section of meat) of "cação" sold at fish stalls.

A total of 261 muscle samples were obtained. Soon after extraction, samples were preserved in 96% ethanol at -18°C for further analyzes at the Laboratório de Biologia e Genética de Peixes (LBGP), UNESP, Botucatu, São Paulo, Brazil. The sample collection was licensed by ICMBio/SISBIO 67521-1.

Extraction, PCR amplification and DNA sequencing

Total DNA was extracted from muscle tissues according to protocol established by Ivanova et al. (2006). Partial sequences of the approximately 650 bp of the COI gene were obtained by PCR amplifications using primers described by Ward et al. (2005).

PCR reactions were performed using a final volume mix of 12.5µl, each comprised PCR: 8.78 µl of ultrapure water (milli-Q); 1.25 µl of buffer 10X; 0.37 µl MgCl₂ (50mM), 0.5 µl dNTPs (2mM); 0.25 µl of each primer (10 mM); 0.1 µl of 5U/µl of Taq DNA polymerase, 50-100ng PHT (Phoneutria Biotecnologia e Serviços Ltda, Brasil) and 1 µl DNA template. PCR reactions were performed (Veriti® 96-well Thermal Cycler, Biosystems™ Applied or Mastercycler® EPGradient, Eppendorf) using the following thermal temperatures: initial denaturation at 95°C for 3 min, followed by 25 cycles including denaturation at 94°C of 30s, annealing at 50-65°C for 1 min, extension at 68°C for 2 min and a final extension at 68°C for 5 min. The amplification the PCR was confirmed by electrophoresis using Blue Green Loading Dye I (LGC Biotecnologia) in 1% agarose gels. Purified PCR products were sequenced using the BigDye Terminator v3.1 Cycle Sequencing Ready Reaction kit (Applied Biosystems). The samples were sequenced automatically using an ABI 3130 Genetic Analyzer sequencer (Applied Biosystems™).

Data analysis

For data analysis, the sequences were edited and aligned using the software Geneious Pro 4.8.5 (Kearse et al. 2012). The edited sequences were compared with those deposited in the National Center for Biotechnology Information (NCBI) GenBank using BLASTn tool (Johnson et al. 2008). The final matrix had 231 sequences. The alignment was exported to the

software MEGA v 7.0 (Kumar et al. 2016) and the neighbor-joining (NJ) under the Kimura-2-Parameter model (K2P) (Kimura, 1980). The tree was generated in the same software MEGA and tested by bootstrap (1000 pseudoreplicates) (Felsenstein 1985). The sequences were deposited in GenBank under the following access number: MT152390 - MT152620 (Supplementary Material 1).

Results

A total of 650 base pairs (bp) of barcode COI from 231 samples were sequenced and analyzed, identifying 16 different elasmobranch species: twelve belonging to four shark orders (Carcharhiniformes, Lamniformes, Squaliformes and Squatiniformes) and four belonging to two batoid orders (Myliobatiformes and Rhinopristiformes) (Table I and Figure 2). The all pairwise genetic K2P distances were above the 2% threshold for species delimitation (Table II). The lowest distances were recorded between *Rhizoprionodon porosus* (Poey, 1861) and *R. lalandii* (Müller & Henle, 1839), and between *Carcharhinus* spp. and *Prionace glauca* (Linnaeus, 1758). The highest distances were recorded between *Centrophorus squamosus* (Bonnaterre, 1788), *Rhinoptera bonasus* (Mitchill, 1815) and *Hypanus guttatus* (Bloch & Schneider, 1801), and between *R. bonasus* and *Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758) (Table II).

Table I – Species traded in Paraná coast, sample size, and global (IUCN 2019) / national (Ordinance 445 - Brasil, 2014) threat status. NT – Near Threatened; VU – Vulnerable; LC – Least Concern; DD – Data Deficient; EN – Endangered and CR – Critically Endangered. Highlighted, the species with the most critical status.

Order	Species	Sample size	Status IUCN	Ordinance 445/2014
Carcharhiniformes	<i>Carcharhinus brevipinna</i> (Müller & Henle, 1839)	1	NT	
	<i>Carcharhinus falciformes</i> (Müller & Henle, 1839)	20	VU	
	<i>Carcharhinus obscurus</i> (Lesueur, 1818)	2	VU	EN
	<i>Galeocerdo cuvier</i> (Péron & Lesueur, 1822)	5	NT	
	<i>Prionace glauca</i> (Linnaeus, 1758)	50	LC	
	<i>Rhizoprionodon lalandii</i> (Müller & Henle, 1839)	30	DD	
	<i>Rhizoprionodon porosus</i> (Poey, 1861)	3	LC	
	<i>Sphyrna lewini</i> (Griffith & Smith, 1834)	48	EN	CR
	<i>Sphyrna zygaena</i> (Linnaeus, 1758)	18	VU	CR
Lamniformes	<i>Carcharias taurus</i> Rafinesque, 1810	3	VU	CR
Squaliformes	<i>Centrophorus squamosus</i> (Bonnaterre, 1788)	1	VU	
Squatiniformes	<i>Squatina guggenheim</i> Marini, 1936	7	EN	CR

Myliobatiformes	<i>Hypanus americanus</i> (Hildebrand & Schroeder, 1928)	3	DD
	<i>Hypanus guttatus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	6	DD
	<i>Rhinoptera bonasus</i> (Mitchill, 1815)	1	DD
Rhinopristiformes	<i>Pseudobatos percellens</i> (Walbaum, 1792)	33	NT

Table II – Genetic distances (K2P) based on COI sequences between elasmobranch species sold in Southern Brazil. The scientific names were abbreviate: Pspe – *Pseudobatos percellens*; Cesq – *Centrophorus squamosus*; Sqgu – *Squatina guggenheim*; Rhbo - *Rhinoptera bonasus*; Hygu – *Hypanus guttatus*; Hyam – *Hypanus americanus*; Cata – *Carcharias taurus*; Sple - *Sphyrna lewini*; Rhpo – *Rhizoprionodon porosus*; Rhla – *Rhizoprionodon lalandii*; Spzy – *Sphyrna zygaena*; Gacu – *Galeocerdo cuvier*; Cafa – *Carcharhinus falciformis*; Cabr – *Carcharhinus brevipinna*; Caob – *Carcharhinus obscurus*; Prgl – *Prionace glauca*.

Species	Pspe	Cesq	Sqgu	Rhbo	Hygu	Hyam	Cata	Sple	Rhpo	Rhla	Spzy	Gacu	Cafa	Cabr	Caob
Cesq	0.26														
Sqgu	0.24	0.18													
Rhbo	0.26	0.28	0.27												
Hygu	0.25	0.28	0.26	0.20											
Hyam	0.24	0.26	0.25	0.22	0.06										
Cata	0.24	0.24	0.22	0.23	0.25	0.24									
Sple	0.23	0.25	0.23	0.25	0.23	0.24	0.20								
Rhpo	0.26	0.25	0.20	0.24	0.20	0.22	0.19	0.13							
Rhla	0.24	0.25	0.20	0.24	0.21	0.22	0.19	0.13	0.04						
Spzy	0.21	0.23	0.21	0.28	0.24	0.25	0.19	0.11	0.13	0.14					
Gacu	0.22	0.23	0.18	0.25	0.22	0.23	0.19	0.14	0.10	0.11	0.11				
Cafa	0.20	0.22	0.20	0.23	0.22	0.23	0.20	0.13	0.11	0.10	0.09	0.09			
Cabr	0.22	0.22	0.22	0.26	0.21	0.20	0.19	0.12	0.10	0.09	0.11	0.09	0.04		
Caob	0.22	0.24	0.21	0.27	0.20	0.21	0.19	0.12	0.09	0.09	0.09	0.09	0.04	0.04	
Prgl	0.21	0.22	0.20	0.25	0.22	0.24	0.18	0.13	0.09	0.09	0.11	0.08	0.04	0.05	0.04

The Blue shark (*Prionace glauca*; n=50) was the most commonly traded species, followed by the Scalloped hammerhead (*Sphyrna lewini*; n=48), the Southern guitarfish (*Pseudobatos percellens*; n=33), the Brazilian Sharpnose shark (*Rhizoprionodon lalandii*; n=30) and the Silky shark (*Carcharhinus falciformis*; n=20) (Table I and Figure 2). Both species of hammerhead shark that occur in the state (*Sphyrna lewini* – the Scalloped hammerhead and *Sphyrna zygaena* - the Smooth hammerhead shark) were commercialized in a very significant way, totaling 66 samples (Table I and Figure 2). All other species were less common, including the Angular Angelshark (*Squatina guggenheim*; n=7), The Sand Tiger shark (*Carcharias taurus*; n=3) and the Dusky shark (*Carcharhinus obscurus*; n=2) (Table I

and Figure 2). Noteworthy is the presence of the Leafscale Gulper shark (*Centrophorus squamosus*; n=1), a small-sized shark species so far not registered to the Brazilian coast.

About 43.3% of the total sampled consists of species listed in some IUCN risk category (2019). Among them *S. lewini* (VU – 20.7%), *C. falciformis* (VU – 8.6%), *S. zygaena* (VU – 7.8%) and *S. guggenheim* (EN – 3.0%) (Table I).

Discussion

The present study showed that threatened species are in fact being traded constantly under the label "cação". Also, a species never described for the Brazilian coast was identified in the landings, emphasizing the importance of molecular studies in the management of elasmobranch artisanal fisheries. Elasmobranch meat in fish markets in the region is sold in form of fillets or thermidor, making it impossible to correctly identify species through morphological characters. Although local production is mostly from the artisanal fleet, when catches become scarce, it is common for fish stall owners to buy meat imported from Chile and Uruguay, thus maintaining year-round marketing. This explains the high occurrence of Blue sharks in samples.

Through the DNA barcoding technique, we identified 16 distinct species of elasmobranchs being sold in the main fish markets of the Paraná coast, being 12 shark species and four batoid species. Of these, seven sharks are listed under some threat category by the IUCN (2019) and/or by the Ordinance 445 (Brazil, 2014). In a similar study, but with fewer samples (n = 63), Almerón-Souza et al. (2018) identified a total of 17 elasmobranch species being traded in the Santa Catarina and Rio Grande do Sul markets. Of these, 47% were classified as threatened by the IUCN. In North and Northeast Brazil other studies also aimed to identify elasmobranch species commercialized through molecular techniques (see Rodrigues-Filho et al. 2009; Palmeira et al. 2013; Feitosa et al. 2018). Feitosa et al. (2018) recorded 17 species from 427 samples in northern/northeastern Brazil, with 53% listed in some threat category. Therefore, shark meat trade without proper identification and disregarding domestic legislation occurs indiscriminately throughout the Brazilian coast. This situation is a direct reflection of the inefficient supervision at landing and marketing points, indicating that management measures need to be re-evaluated in order to become more efficient.

The most commercialized shark species was *Prionace glauca* (21.6%), which corroborates DNA barcoding studies previously developed in South and Southeast Brazil (Staffen et al. 2017; Almerón-Souza et al. 2018). The Blue shark is the most widely

distributed species worldwide, being also the most abundant in pelagic longline fisheries (Compagno et al. 2005). Its capture is estimated at a volume of 20 million individuals per year (Mendonça et al. 2012) and is considered the most fished shark in the world, accounting for 56% of the total pelagic shark commercial captures (Camhi et al. 2009). Since it is the only species that has apparently not yet collapsed, the Blue shark currently supports the “shark industry” that despite fin trade decrease, has grown in recent decades (Barreto et al. 2016, 2017). It is currently the main target of pelagic longline fisheries performed in the South Atlantic, especially when captures of fish of great commercial interest (*e.g.* tunas and billfishes) decrease (Barreto et al. 2016; 2017). Nevertheless, globally, *P. glauca* is not listed under threat categories (Near Threatened - IUCN). On the other hand, the species is currently listed as Vulnerable in Rio Grande do Sul, Southern Brazil, one of the states with the most advanced fishing statistics in the country. Also, the species is listed as Critically Endangered in the Mediterranean Sea, indicating that population decline is imminent and its capture unsustainable in the current scenario (Sims et al. 2016). Since this species is highly oceanic-pelagic and is rarely caught by the artisanal fleet, it is possible to infer that the individuals sampled in the present study are probably being bought (imported) from large companies (see Barreto et al. 2017).

Among the endangered species, the most commonly traded was *S. lewini* (VU – IUCN, 2019; CR – Brasil, 2014) ($n=48$; 20.8%) which has much of its biomass in southern and southeastern Brazil (Kotas et al. 2011). Along with *S. zygaena* ($n=18$; 7.8%) another hammerhead shark also listed under threat categories (VU – IUCN, 2019); CR – Brasil, 2014), represented about 28.6% of the samples analyzed in the present study. Still, both are inserted in Appendix II of the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES). Studies have shown that populations of these two species have declined in the North Atlantic since 1986 (Baum et al. 2003). On the national scenario it is inferred that *S. lewini* and *S. zygaena* populations decreased in southern Brazil, with capture declines of over 90% from 2000 to 2012 (Bornatowski et al. 2018; ICMBio, 2018). For these reasons, both are listed as Critically Endangered on the national red list (ordinance 445 - Brazil, 2014) and are included in the National Action Plan for the Conservation of Endangered Marine Sharks and Rays (Pan-Tubarões; ICMBio, 2018). In Brazil, while the industrial fishing catches large individuals in longline and gillnets (~ 60 tonnes of “hammerhead sharks” in 2010) (UNIVALI / CTTMar 2011), artisanal fishing catches large volumes of neonates and juveniles on the continental shelf (Motta et al. 2005; Bornatowski and Abilhoa, 2012; Bornatowski et al. 2014). In Paraná, a landing of approximately 2.5 tons

of hammerhead sharks was recorded in 2010, consisting mainly of neonates and juveniles (personal observation). Unfortunately, statistical data end up grouping all species of hammerhead sharks into a single category (= hammerhead) making the assessment of real conservation status of *S. lewini* and *S. zygaena* separately, a challenge.

The third most common species was *P. percellens*, which corresponded to 14.3% of the samples. Despite being one of the most abundant species caught in artisanal fisheries in southeastern and southern Brazil (Costa and Chaves, 2006; Robert, 2008; Bornatowski and Abilhoa, 2012; Rocha and Gadig, 2013), it is not classified as threatened on either the IUCN red list (NT - Casper and Burgess 2016) or the Brazilian Government red list. Due to morphological similarities with sharks, *P. percelens* is constantly marketed as “cação”, presenting significant commercial value.

The Brazilian sharpnose shark *R. lalandii* was the fourth most commonly traded species among the samples analyzed (12.9%), and the third among sharks. It is a small-sized species that spend its entire life cycle in coastal areas (Motta et al. 2005; Bornatowski et al. 2014). Despite presenting insufficient data for threat classification (DD - IUCN, 2019), it is one of the species most commonly caught by artisanal fisheries in southeastern and southern Brazil, often representing more than 50% of total landed elasmobranchs (Costa and Chaves, 2006; Motta et al. 2005; Andrade et al. 2008; Bornatowski et al. 2014).

Carcharhinus falciformis was also a species with significant landings, making up 8.6% of the samples analyzed. The Silky shark is a pelagic-coastal species, considered one of the most captured by longlines worldwide (Dent and Clarke 2015), with significant declines pointed to the South Atlantic (Barreto et al. 2016). It was recently added to IUCN red list as Vulnerable (Rigby et al. 2017), as well as in CITES Annex II. In addition to industrial fishing, neonates and juveniles are threatened both by artisanal and recreational fishing in coastal regions (Bornatowski, personal observation). Juveniles are often caught from 30 to 50 m of depth. Therefore, monitoring becomes imperative for the assessment of the real impacts of each fishing modality in the species (Barreto et al. 2016; Feitosa et al. 2018).

The Angular Angelshark *S. guggenheim* represented 3% of the samples analyzed. It is listed as Endangered (EN) by IUCN and Critically Endangered (CR) on the national list (Ordinance 445- Brazil, 2014). *Squatina guggenheim* populations are estimated to have declined by 87% on southern Brazil between 1980 and 2000 (Vooren and Klippel, 2005). Despite having its capture prohibited in Brazil, many individuals are still captured by fisheries targeting sole fish. Thus, fisheries monitoring, and law enforcement are still necessary to optimize conservation measures already established for the species in national waters.

Carcharias taurus, another endangered species in Brazil (CR – Ordinance 445 Brasil, 2014) was recorded in 1.3% of the samples. This species was almost extirpated on southeastern and southern Brazil by commercial fishing, with a reduction of capture per unit of fishing effort by over 90% (Vooren et al. 2005; ICMBio, 2018) and a possible population decline of at least 80% since 1980 (Vooren et al. 2005). In the 1980s the species was commonly caught in the southern Brazilian fishery (Vooren et al., 2005). Currently, only a few individuals are landed per year (Bornatowski et al. 2011).

The Dusky shark, *C. obscurus* was detected in 0.86% of the samples. It is currently listed as Vulnerable by IUCN (2019) and Endangered by Ordinance 445 (Brazil, 2014). In Brazil, there are indications of population decline of at least 50% (ICMBio, 2018). In Paraná, adults and juveniles are caught by gillnets all over the coast, being the largest reported individuals captured with 40cm mesh (Bornatowski et al. 2011).

The other shark species (*G. cuvier* - NT, *C. brevipinna* - NT and *R. porosus* - LC; IUCN, 2019) together accounted for 3.9% of the samples analyzed. These species do not often appear on landings in the region (Costa and Chaves, 2006; Bornatowski and Abilhoa, 2012) which may explain their low occurrence in the present assessment.

Still, three other batoid species (*H. guttatus*, *H. americanus* and *R. bonasus* - excluding *P. percellens* already discussed) were identified in the samples, totaling 4.3% of the samples analyzed. Although not listed as endangered in the red lists, batoids' trade under the label "cação" makes the lack of proper identification even more worrying. Batoids were also recorded in samples from the extreme south of Brazil (Almerón-Souza et al. 2018), suggesting that fishing for some species may be encouraged to meet the demands for shark meat. A recent study in southeastern Brazil sequenced a total of 228 samples, belonging to 17 species of batoids caught as bycatch both in artisanal and industrial fisheries (Ferrette et al. 2019). On the Amazon coast, another study revealed trade of nine batoid species, including *Rhinoptera brasiliensis* and *Pristis pristis* both listed as Critically Endangered (Rodrigues-Filho et al. 2020). In the state of Santa Catarina, southern Brazil, which has one of the largest elasmobranch landing ports in the country, the production of batoids increased about three-fold between 2000 and 2010 (Bornatowski et al. 2018). Still, much of production is grouped into broad categories such as "emplastro", which may correspond to at least five endemic species: the Bignose banskate (*Sympterygia acuta*); the Smallnose fanskate (*S. bonapartii*), the Rio skate (*Rioraja agassizi*); the Spotback skate (*Atlantoraja castelnaui*); the La Plata skate (*A. platana*) and other batoid species such as the Eyespot skate (*A. cyclophora*); the Bluntnose stingray (*Dasyatis say*) and guitarfishes (*P. percellens*, *P. horkelli* e *Zapteryx*

brevirostris) (see Bornatowski et al. 2018). Therefore, we highlight the extreme urgency of fisheries monitoring, and law enforcement to control the trades of illegal species (Ferrette et al. 2019).

One *Centrophorus squamosus* was recorded in the present study. Although this species is not recorded on the Brazilian coast (with only one record of *C. granulosus* in northeast Brazil - Gadig, 2001), it has a wide and irregular distribution, occurring in deep waters of the eastern Atlantic Ocean, western Indian Ocean and western Caribbean and Pacific oceans (Compagno et al. 2005), being commonly found in continental and island slopes, between 200 and 1500 meters deep (Clarke et al. 2001a, 2001b; Compagno et al. 2005). It is caught as bycatch in trawls, gillnets and bottom longlines (Rodríguez-Cabello and Sánchez, 2014) and has declined sharply since 1990 (ICES, 2012). Due to population decrease and low resilience facing commercial capture, *C. squamosus* is listed as Vulnerable (VU) (IUCN, 2019).

In a study performed to investigate population's genetic structure and migration patterns of *C. squamosus* at various spots in the Atlantic Ocean and New Zealand, Veríssimo et al. (2012) confirmed the existence of a single genetic stock. The study also highlighted migrations between the Atlantic, Indian and Southern Pacific oceans, rejecting the hypothesis that their dispersion was limited to oceanic waters (Veríssimo et al. 2012). These sharks are capable of traveling long distances, as demonstrated in a study performed in northern Spain, with a recorded travelling distance of 548 nautical miles (approximately 1015 km) (Rodríguez-Cabello and Sánchez, 2014). As the record is based on only one tissue sample, it is not possible to state that *C. squamosus* was captured off the coast of Paraná, considering that there are no records of the species for Brazil. However, due to its wide distribution and large migration capacity in open waters, it is possible that this species occurs on the Brazilian coast, but at low rates.

Brazil is currently the largest fishery producer in South America, and is one of the main countries in elasmobranch commercial capture (Dent and Clarke, 2015). On average about 20,000 tonnes/year of Chondrichthyes (sharks, batoids and chimeras) were landed between 2000 and 2011 (Barreto et al. 2017). Although catch data for oceanic species are more accurate, information on coastal species fishery productivity is rare or nonexistent (Bornatowski et al. 2018). Artisanal fishing, which is responsible for catching coastal and/or small-sized species, is generally not considered in the statistics due to the difficulty in obtaining reliable data (Pauly and Zeller, 2016; Reis-Filho and Leduc, 2017). Including this information could lead to an increase of up to 50% in official catch rates (Pauly and Zeller, 2016).

There are records of declines in Brazil for some coastal species like Hammerhead sharks (*Sphyrna* spp.), Sand Tiger shark (*C. taurus*), Angelsharks (*Squatina* spp.), Daggernose shark (*Isogomphodon oxyrinchus*), and Blacknose shark (*C. acronotus*) due to data collected along with small-scale fisheries (Vooren and Klippel, 2005; Barreto et al. 2011; Lessa et al., 2016). The coast of Paraná, despite being the second smallest in the country, relies on the constant and very profitable capture of coastal species (Bornatowski et al. 2011; Bornatowski and Abilhoa 2012). Specialized vessels focus on shark fishing at certain times of the year, being common the landing of hundreds of individuals per day (personal observation) (Figure 3). An estimate made in a fishing community on the south coast of Paraná showed that approximately 53 tons of elasmobranchs were caught between 2004 and 2006 by the artisanal fleet (Robert, 2008). Furthermore, it is possible that many species use the area as parturition and nursery grounds, making them even more vulnerable to coastal fisheries (Costa and Chaves, 2006; Bornatowski, 2008; Bornatowski et al. 2009).

Lack of identification, effective monitoring and information transfer to society regarding the impacts of fishing, have directly affected attempts to conserve species, manage commercial fisheries, maintain ecosystem services and coastal environmental preservation (Jacquet and Pauly, 2008; Pauly et al. 2013; Bornatowski et al. 2014; 2018). In many cases, consumers buy “cação” without realize that it is actually shark/batoid meat (Bornatowski et al. 2018). In fact, a study conducted in the state capital showed that over 70% of people do not know that “cação” is a shark (Bornatowski et al. 2015). In addition, many people believe to be another fish. This implies a number of issues, in particular decisions about the purchase of a meat type, as well as legal issues involving consumer rights (Bornatowski et al. 2015). Therefore, an accurate assessment of both public knowledge of products being sold and what is actually being sold are key measures to assist in the conservation of endangered species and to ensure the sale of reliable products. Consequently, the transparency of accurate and reliable information must be passed on to the consumer, thus allowing them to choose whether or not to consume shark meat.

It is noteworthy that many species of sharks and rays are marketed in Brazil under the name “cação” without any proper identification (e.g. Bornatowski et al., 2013; Almerón-Souza et al. 2018; Feitosa et al. 2018). This problem is further aggravated by the disruption of national fisheries monitoring, which has not collected landing information since 2007 (Di Dario et al., 2015; Barreto et al. 2017). Considering that Brazil is an elasmobranch hotspot and home for several endemic species (Stein et al. 2018), there is an urgent need for the return of national fishing statistics, both in the industrial and artisanal sectors (Bornatowski et al. 2014;

Di Dario et al. 2015; Barreto et al. 2017). Still, a key step for conservation would be encourage the consumer to demand the correct identification of the meat consumed. Such an attitude may influence the decision of supermarkets and fish markets to purchase only correctly identified products, which in turn would lead to the need for specialists actively and constantly working alongside fishery landings. In addition, Brazilian oversight should strengthen monitoring, especially considering that 33% of elasmobranch species in the country are threatened with extinction (ordinance 445 - Brazil, 2014), above the estimated global rate of 25% (Dulvy et al. 2014). Finally, it is essential to use advanced techniques to identify species that are being traded in order to avoid fraud and attitudes that compromise sharks and batoids conservation.

Acknowledgements

We thank NGO MarBrasil Association for the field data collected under the project Rebimar III, financed by Petrobras. We thank the Aurora Rupp for data collection. We also want to thank the doctoral scholarship and the grant from CAPES to Cristina Bernardo.

References

- Almerón-Souza, F., Sperb, C., Castilho, C. L., Figueiredo, P. I., Gonçalves, L. T., Machado, R., Oliveira, L.R., Valiati, V.H., Fagundes, N. J., 2018. Molecular identification of shark meat from local markets in southern Brazil based on DNA barcoding: Evidence for Mislabeling and Trade of Endangered Species. *Front. Genetic.* 9, 138. doi: 10.3389/fgene.2018.00138.
- Andrade, A.C., Silva-Junior, L.C., Vianna, M., 2008. Reproductive biology and population variables of the Brazilian sharpnose shark *Rhizoprionodon lalandii* (Müller & Henle, 1839) captured in coastal waters of south-eastern Brazil. *J. Fish Biol.* 72, 473–484.
- Andriguetto-Filho, J. M.; Krul, R.; Feitosa, S., 2009. Analysis of natural and social dynamics of fishery production systems in Paraná, Brazil: implications for management and sustainability. *J. Appl. Ichthyol.* 25, 277– 286.
- Barbuto, M., Galimberti, A., Ferri, E., Labra, M., Malandra, R., Galli, P., Casiraghi, M., 2010. DNA barcoding reveals fraudulent substitutions in shark seafood products: The italian case of “Palombo” (*Mustelus* spp.). *Food. Res. Int.* 43, 376–381.

- Barreto, R.R., Lessa, R.P., Hazin, F.H., Santana, F.M., 2011. Age and growth of the blacknose shark, *Carcharhinus acronotus* (Poey 1860) off the northeastern Brazilian coast. *Fish. Res.* 110, 170–176.
- Barreto, R., Ferretti, F., Flemming, J. M., Amorim, A., Andrade, H., Worm, B., Lessa, R., 2016. Trends in the exploitation of South Atlantic shark populations. *Conserv. Biol.* 30(4), 792-804.
- Barreto, R. R., Bornatowski, H., Motta, F. S., Santander-Neto, J., Vianna, G. M. S., Lessa, R., 2017. Rethinking use and trade of pelagic sharks from Brazil. *Mar. Policy* 85, 114-122.
- Barausse, A., Correale, V., Curkovic, A., Finotto, L., Riginella, E., Visentin, E., Mazzoldi, C., 2014. The role of fisheries and the environment in driving the decline of elasmobranchs in the northern Adriatic Sea. *ICES J. Mar. Sci.* 71(7), 1593-1603.
- Baum, J. K., Myers, R. A., Kehler, D. G., Worm, B., Harley, S. J., Doherty, P. A., 2003. Collapse and conservation of shark populations in the Northwest Atlantic. *Science* 299, 389–392.
- Begossi, A., Salivonchyk, S. V., Hanazaki, N., Martins, I. M., Bueloni, F., 2012. Fishers (Paraty, RJ) and fish manipulation time: a variable associated to the choice for consumption and sale. *Braz. J. Biol.* 72(4), 973-975.
- Bornatowski, H., 2008. A parturition and nursery area for *Carcharhinus limbatus* (Elasmobranchii, Carcharhinidae) off the coast of Parana, Brazil. *Braz. J. Oceanogr.* 56, 317–319.
- Bornatowski, H., Vitule, J.R.S., Abilhoa, V., Corrêa M.F.M., 2011. Unconventional fishing for large sharks in the State of Paraná, southern Brazil: a note of concern. *J. Appl. Ichthyol.* 27, 1108-1111.
- Bornatowski, H., Abilhoa, V., 2012. Tubarões e raias capturados pela pesca artesanal no Paraná: guia de identificação. Curitiba, Hori Consultoria Ambiental. Hori Cadernos Técnicos nº 4.
- Bornatowski, H., Braga, R. R., Vitule, J. R. S., 2013. Shark mislabeling threatens biodiversity. *Science*, 340(6135), 923-923.
- Bornatowski, H., Braga, R. R., Abilhoa, V., Corrêa, M. F. M., 2014. Feeding ecology and trophic comparisons of six shark species in a coastal ecosystem off southern Brazil. *J. Fish. Biol.* 85(2), 246-263.

- Bornatowski, H., Braga, R. R., Kalinowski, C., Vitule, J. R. S., 2015. "Buying a pig in a poke" The problem of elasmobranch meat consumption in Southern Brazil. *Ethnobiol. Lett.* 6(1), 196-202.
- Bornatowski, H., Braga, R. R., & Barreto, R. P., 2017. Elasmobranchs consumption in Brazil: impacts and consequences, in: Rossi-Santos, M. R., Finkl, C. W. (Eds.), *Advances in Marine Vertebrate Research in Latin America*. Cham: Springer International Publishing, pp. 251-262.
- Bornatowski, H., Angelini, R., Coll, M., Barreto, R. R., Amorim, A. F., 2018. Ecological role and historical trends of large pelagic predators in a subtropical marine ecosystem of the South Atlantic. *Rev. Fish. Biol. Fisher.* 28(1), 241-259.
- Bornatowski, H., Hussey, N. E., Sampaio, C. L., & Barreto, R. R., 2019. Geographic bias in the media reporting of aquatic versus terrestrial human predator conflicts and its conservation implications. *Perspect. Ecol. Conser.* 17(1), 32-35.
- Brasil, 2014. Ministério do Meio Ambiente, Portaria n 445, de 17 de dezembro de 2014. Diário Oficial da União, Seção, 1(245), 110-130. Available in: http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/biodiversidade/faunabrasileira/avaliacao-do-risco/PORTARIA_N%C2%BA_445_DE_17_DE_DEZEMBRO_DE_2014.pdf/(accessed 02 November 2019).
- Camhi, M., Fowler, S., Musick, J., Bräutigam, A., Fordham, S., 1998. Sharks and their relatives, ecology and conservation. *Occas. Paper IUCN Spec. Surv. Comm.* 39 p.
- Camhi, M.D., Valenti, S.V., Fordham, S.V. et al., 2009. The conservation status of pelagic sharks and rays: report of the IUCN shark specialist group pelagic shark red list workshop. IUCN Species Survival Commission Shark Specialist Group, Newbury.
- Carvalho, D. C., Neto, D. A., Brasil, B. S., Oliveira, D. A., 2011. DNA barcoding unveils a high rate of mislabeling in a commercial freshwater catfish from Brazil. *Mitochondrial DNA*, 22, 97-105.
- Casper, B., Burgess, G.H., 2016. *Pseudobatos percellens*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T161373A103935456. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T161373A103935456.en/>(accessed 20 October 2019).
- Clarke, M. W., Connolly, P. L., Bracken, J. J., 2001a. Aspects of reproduction of the deep water sharks *Centroscymnus coelolepis* and *Centrophorus squamosus* from west of Ireland and Scotland. *J. Mar. Biol. Assoc. UK*, 81(6), 1019-1029.

- Clarke, M. W., Connolly, P. I., Bracken, J. J., 2001b. Biology of exploited deep-water sharks West of Ireland and Scotland. In *Deep Sea 2003: Conference on the Governance and Management of Deep-sea Fisheries*.
- Compagno, L. J. V., Dando, M., Fowler, S., 2005. 'Sharks of the World.' Princeton University Press: Princeton, NJ.
- Costa, L., Cunha Chaves, P. D. T., 2006. Elasmobrânquios capturados pela pesca artesanal na costa sul do Paraná e norte de Santa Catarina, Brasil. *Biota Neotrop.* 6(3), doi: 10.1590/S1676-06032006000300007.
- Dent, F., Clarke S., 2015. State of the global market for shark products. *FAO Fisheries and Aquaculture technical paper no. 590*. FAO, Rome.
- Di Dario, F., Alves, C. B., Boos, H., Frédou, F. L., Lessa, R. P., Mincarone, M. M., Pinheiro, M.A.A, Polaz, C.N.M., Reis, R.E., Rocha, L.A., Santana, F. M., Santos, R.A., Santos, S.B., Vianna, M., Vieira, F., 2015. A better way forward for Brazil's fisheries. *Science*, 347(6226), 1079-1079.
- Dulvy, N. K., Fowler, S. L., Musick, J. A., Cavanagh, R. D., Kyne, P. M., Harrison, L. R., Carlson, J.K., Davidson, L.N.K., Fordham, S.V., Francis, M.P., Pollock, C.M., Simpfendorfer, C.A., Burgess, G.H., Carpenter, K.E., Compagno, L.J.V., Ebert, D. A., Gibson, C., Heupel, M. R., Livingstone, S.R., Sanciangco, J. C., Stevens, J.D., Valenti, S., White, W.T., 2014. Extinction risk and conservation of the world's sharks and rays. *Elife*, 3:e00590 DOI: 10.7554/eLife.00590.
- Dulvy, N. K., Simpfendorfer, C. A., Davidson, L. N., Fordham, S. V., Bräutigam, A., Sant, G., Welch, D. J. 2017. Challenges and priorities in shark and ray conservation. *Curr. Biol.* 27(11), 565-572.
- Felsenstein, J. 1985. Confidence limits on phylogenies: an approach using the bootstrap. *Evolution* 39(4), 783-791.
- Feitosa, L.M., Martins, A.P.B., Giarrizzo, T., Macedo, W., Monteiro, I.L., Gemaque, R., Nunes, J.L.S., Gomes, F., Schneider, H., Sampaio, I., Souza, R., Sales, J.B., Rodrigues-Filho, L.F., Tchaicka, L., Carvalho-Costa, L.F., 2018. DNA-based identification reveals illegal trade of threatened shark species in a global elasmobranch conservation hotspot. *Sci. Rep.* 8, 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-21683-5>.
- Ferrette, B. L. D. S., Domingues, R. R., Rotundo, M. M., Miranda, M. P., Bunholi, I. V., De Biasi, J. B., Oliveira, C., Foresti F., Mendonça, F. F., 2019. DNA Barcode Reveals the Bycatch of Endangered Batoids Species in the Southwest Atlantic: Implications for Sustainable Fisheries Management and Conservation Efforts. *Genes*, 10(4), 304.

- Ferretti, F., Myers, R. A., Serena, F., Lotze, H. K., 2008. Loss of large predatory sharks from the Mediterranean Sea. *Conserv. Biol.* 22(4), 952-964.
- Frézal, L., Leblois, R., 2008. Four years of DNA barcoding: current advances and prospects. *Infect. Genet. Evol.* 8(5), 727-736.
- Gadig, O. B. F., 2001. Tubarões da costa brasileira. PhD thesis, Instituto de Biociências de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista.
- Garcia V.B., Lucifora L.O., Myers R.A., 2008. The importance of habitat and life history to extinction risk in sharks, skates, rays and chimaeras. *Proc. R. Soc. B.* 275, 83–89.
- Heithaus, M. R., Frid, A., Wirsing, A. J., Worm, B., 2008. Predicting ecological consequences of marine top predator declines. *Trends Ecol. Evol.* 23(4), 202-210.
- Holmes B. H., Steinke D., Ward R. D., 2009. Identification of shark and ray fins using DNA barcoding. *Fish. Res.* 95, 280–288.
- ICES, 2012. Report of the Working Group on Elasmobranch Fishes (WGEF), 19–26. 2012. Lisbon, Portugal. ICES CM 2012/ACOM, 19. http://www.ices.dk/sites/pub/Publication%20Reports/Expert%20Group%20Report/acom/2012/WGEF/wgef_2012.pdf/(accessed 11 October 2019).
- ICMBio, 2018. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume VI- Peixes / 1.ed. Brasília, DF: ICMBio/MMA, 7. (accessed 11 October 2019).
- IUCN, 2019. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019-2. <https://www.iucnredlist.org/>/(accessed 11 October 2019).
- Ivanova, N. V., Dewaard, J. R., Hebert, P. D., 2006. An inexpensive, automation friendly protocol for recovering high-quality DNA. *Mol. Ecol. Notes*, 6(4), 998-1002.
- Jabado, R. W., Kyne, P. M., Pollom, R. A., et al. 2018. Troubled waters: Threats and extinction risk of the sharks, rays and chimaeras of the Arabian Sea and adjacent waters. *Fish. Fish.* 19, 1043-1062.
- Jacquet, J. L., Pauly, D., 2008. Trade secrets: Renaming and mislabeling of seafood. *Mar. Policy* 32, 309-318.
- Johnson, M., Zaretskaya, I., Raytselis, Y., Merezuk, Y., McGinnis, S., & Madden, T. L., 2008. NCBI BLAST: a better web interface. *Nucleic. Acids. Res.* 36(suppl_2), W5-W9.
- Lana P.C., Marone, E., Lopes R.M., Machado E.C., 2001. The subtropical estuarine complex of Paranaguá Bay, Brazil, in: Seeliger, U., Kjerfve, B. (Eds.), *Coastal marine ecosystem of Latin America*. Berlin: Springer-Verlag, pp. 131–146.

- Kearse, M., Moir, R., Wilson, A., Stones-Havas, S., Cheung, M., Sturrock, S., Buxton, S., Cooper, A., Markowitz, S., Duran, C., Thierer, T., Ashton, B., Meintjes, P., Drummond, A., Thierer, T., 2012. Geneious Basic: an integrated and extendable desktop software platform for the organization and analysis of sequence data. *Bioinformatics*, 28(12), 1647-1649.
- Kimura, M., 1980. A simple method for estimating evolutionary rates of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences. *J. Mol. Evol.* 16(2), 111-120.
- Kotas, J.E., Mastrochirico, V. Petrere, M., 2011. Age and size of the Scalloped Hammerhead shark, *Sphyrna lewini* (Griffith and Smith, 1834), from the southern Brazilian coast. *Braz. J. Biol.* 71 (3), 755–761.
- Kyne, P.M., Simpfendorfer, C.A., 2010. Deepwater chondrichthyans, in: Carrier, J.C., Musick, J.A., Heithaus, M.R. (Eds.), *Sharks and their relatives II: Biodiversity, adaptive physiology, and conservation*. CRC Marine Biology Series, pp. 37-113.
- Kumar, S., Stecher, G., Tamura, K., 2016. MEGA7: molecular evolutionary genetics analysis version 7.0 for bigger datasets. *Mol. Biol. Evol.* 33(7), 1870-1874.
- Lessa R.P., Batista V., Santana F.M., 2016. Close to extinction? The collapse of the endemic daggenose shark (*Isogomphodon oxyrinchus*) off Brazil. *Global. Ecol. Conserv.* 7, 70–81.
- Mendonça, F. F., Ussami, L. H. F., Hashimoto, D. T., Pereira, L. H. G., Foresti, F.P., Oliveira, C., Gadig, O.B.F., Foresti, F., 2012. Identification and characterization of polymorphic microsatellite loci in the blue shark *Prionace glauca*, and cross amplification in other shark species. *J. Fish. Biol.* 80(7), 2643-2646.
- Motta, F. S., Gadig, O. B., Namora, R. C., Braga, F. M., 2005. Size and sex compositions, length–weight relationship, and occurrence of the Brazilian sharpnose shark, *Rhizoprionodon lalandii*, caught by artisanal fishery from southeastern Brazil. *Fish. Res.* 74(1-3), 116-126.
- Musick J.A., 1999. Ecology and conservation of long-lived marine animals, in: Musick JA (Ed.), *Life in the slow lane: ecology and conservation of long-lived marine animals*. American Fisheries Society Symposium, Bethesda, pp. 1–10.
- Palmeira, C. A. M., da Silva Rodrigues-Filho, L. F., de Luna Sales, J. B., Vallinoto, M., Schneider, H., Sampaio, I., 2013. Commercialization of a critically endangered species (largetooth sawfish, *Pristis perotteti*) in fish markets of northern Brazil: authenticity by DNA analysis. *Food Control*, 34(1), 249-252.

- Pauly, D. Zeller, D., 2016. Catch reconstructions reveal that global marine fisheries catches are higher than reported and declining. *Nat. Commun.* 7, 10244, <https://doi.org/10.1038/ncomms10244>.
- Pauly, D., Hilborn, R. Branch, T.A., 2013. Fisheries: Does Catch Reflect Abundance? *Nature* 494, 303-306.
- Reis-Filho, J. A. Leduc, A. O. H. C., 2017. Management-Challenged Brazilian Governance and the Low Relevance of National Fishery Management Policy: Recommendations to promote viable Small-Scale Fisheries. *Fish. Oceanogr.* 2(2), 4. doi:10.19080/OFOAJ.2017.02.55583.
- Rigby, C.L., Sherman, C.S., Chin, A. Simpfendorfer, C., 2017. *Carcharhinus falciformis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T39370A117721799. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T39370A117721799.en/>(accessed 20 October 2019).
- Robert, M. C.; Chaves, P. T. C., 2006. Dinâmica da atividade pesqueira artesanal em duas comunidades da região litorânea limítrofe Santa Catarina-Paraná, Brasil (Dynamics of the artisanal fishing activity in two communities on the south coast of Brazil). *Bol. Inst. Pesca* 32, 15– 23.
- Robert, M. C., 2008: Variações nos procedimentos de pesca associadas as flutuações sazonais na disponibilidade do recurso ictiofaunístico costeiro na região limítrofe Paraná/Santa Catarina: um estudo de caso na comunidade de Barra do Sai' (Itapoá, SC). PhD Thesis, Universidade Federal do Paraná (UFPR).
- Rocha, F., Gadig, O. B. F., 2013. Reproductive biology of the guitarfish *Rhinobatos percellens* (Chondrichthyes, Rhinobatidae) from the São Paulo Coast, Brazil, western South Atlantic Ocean. *J. Fish. Biol.* 82(1), 306-317.
- Rodríguez-Cabello, C., Sánchez, F., 2014. Is *Centrophorus squamosus* a highly migratory deep-water shark?. *Deep Sea Research Part I: Oceanogr. Res. Papers*, 92, 1-10.
- Rodrigues-Filho, L. F. D. S., Rocha, T. C. D., Rêgo, P. S. D., Schneider, H., Sampaio, I., Vallinoto, M., 2009. Identification and phylogenetic inferences on stocks of sharks affected by the fishing industry off the Northern coast of Brazil. *Genet. Mol. Biol.* 32(2), 405-413.
- Rodrigues-Filho, L. F. D. S., et al. 2020. Molecular identification of ray species traded along the Brazilian Amazon coast. *Fish. Res.* 223, Doi: 10.1016/j.fishres.2019.105407.

- Simpfendorfer, C. A., Heupel, M. R., White, W. T., Dulvy, N. K., 2011. The importance of research and public opinion to conservation management of sharks and rays: a synthesis. *Mar. Fresh. Res.* 62(6), 518-527.
- Sims, D., Fowler, S.L., Ferretti, F. Stevens, J., 2016. *Prionace glauca*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T39381A16553182/(accessed 01 November 2019).
- Staffen, C. F., Staffen, M. D., Becker, M. L., Löfgren, S. E., Muniz, Y. C. N., de Freitas, R. H. A., Marrero, A. R., 2017. DNA barcoding reveals the mislabeling of fish in a popular tourist destination in Brazil. *PeerJ*, 5, e4006. doi: 10.7717/peerj.4006.
- Stein, W. R., Mull, C. G., Kuhn, T. S., Aschliman, N. C., Davidson, L. N. K., Joy, J. B., Smith, G.W., Dulvy, N. K., Mooers, A. O., 2018. Global priorities for conserving the evolutionary history of sharks, rays and chimaeras. *Nature Ecol. Evol.* 2, 288–298.
- Stevens, J. D., Bonfil, R., Dulvy, N. K., Walker, P. A., 2000. The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. *ICES J. Mar. Sci.* 57(3), 476-494.
- UNIVALI/CTTMar, 2011. Boletim estatístico da pesca industrial de Santa Catarina – Ano 2010. Universidade do Vale do Itajaí, Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar, Itajaí.
- Vannuccini, S., 1999. Shark Utilization and Trade. Food and Agriculture Organization technical paper, n.389, Rome, Italy.
- Vianna, G. M. S., Meekan, M. G., Pannell, D. J., Marsh, S. P., Meeuwig, J. J., 2012. Socio-economic value and community benefits from shark-diving tourism in Palau: a sustainable use of reef shark populations. *Biol. Conserv.* 145(1), 267-277.
- Veríssimo, A., McDowell, J. R., Graves, J. E., 2012. Genetic population structure and connectivity in a commercially exploited and wide-ranging deepwater shark, the leafscale gulper (*Centrophorus squamosus*). *Mar. Fresh. Res.* 63(6), 505-512.
- Vooren C.M. Klippel S. 2005. Biologia e status de conservação dos cações *Squatina guggenheim*, *S. occulta* e *S. argentina*, in: Vooren C.M., Klippel S. (Eds.), Ações para conservação de tubarões e raias no sul do Brasil, Capítulo 4. Porto Alegre: Igaré, pp. 57–82.
- Vooren, C.M., Klippel, S., 2005. Ações para a conservação de tubarões e raias no sul do Brasil, Porto Alegre: Igaré.
- Ward, R. D., Zemlak, T. S., Innes, B. H., Last, P. R., Hebert, P. D., 2005. DNA barcoding Australia's fish species. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.* 360(1462), 1847-1857.

- Ward R. D., Holmes B. H., White W. T., Last P. R., 2008. DNA barcoding Australasian chondrichthyans: results and possible uses in conservation. *Mar. Fresh. Res.* 59, 57–71.
- Weigmann, S., 2016. Annotated checklist of the living sharks, batoids and chimaeras (Chondrichthyes) of the world, with a focus on biogeographical diversity. *J. Fish. Biol.* 88(3), 837-1037.
- WildAid, 2007. The End of the Line? Global Threats to Sharks.
https://oceana.org/sites/default/files/reports/EndoftheLine_Spread_sm1.pdf/(accessed 19 October 2019).
- Wong, E. H. K., Hanner, R. H., 2008. DNA barcoding detects market substitution in North American seafood. *Food Res. Intern.* 41(8), 828-837.

Figure legends



Figure 1 – The Paraná coast. The most representative landing points for elasmobranchs (black circles).

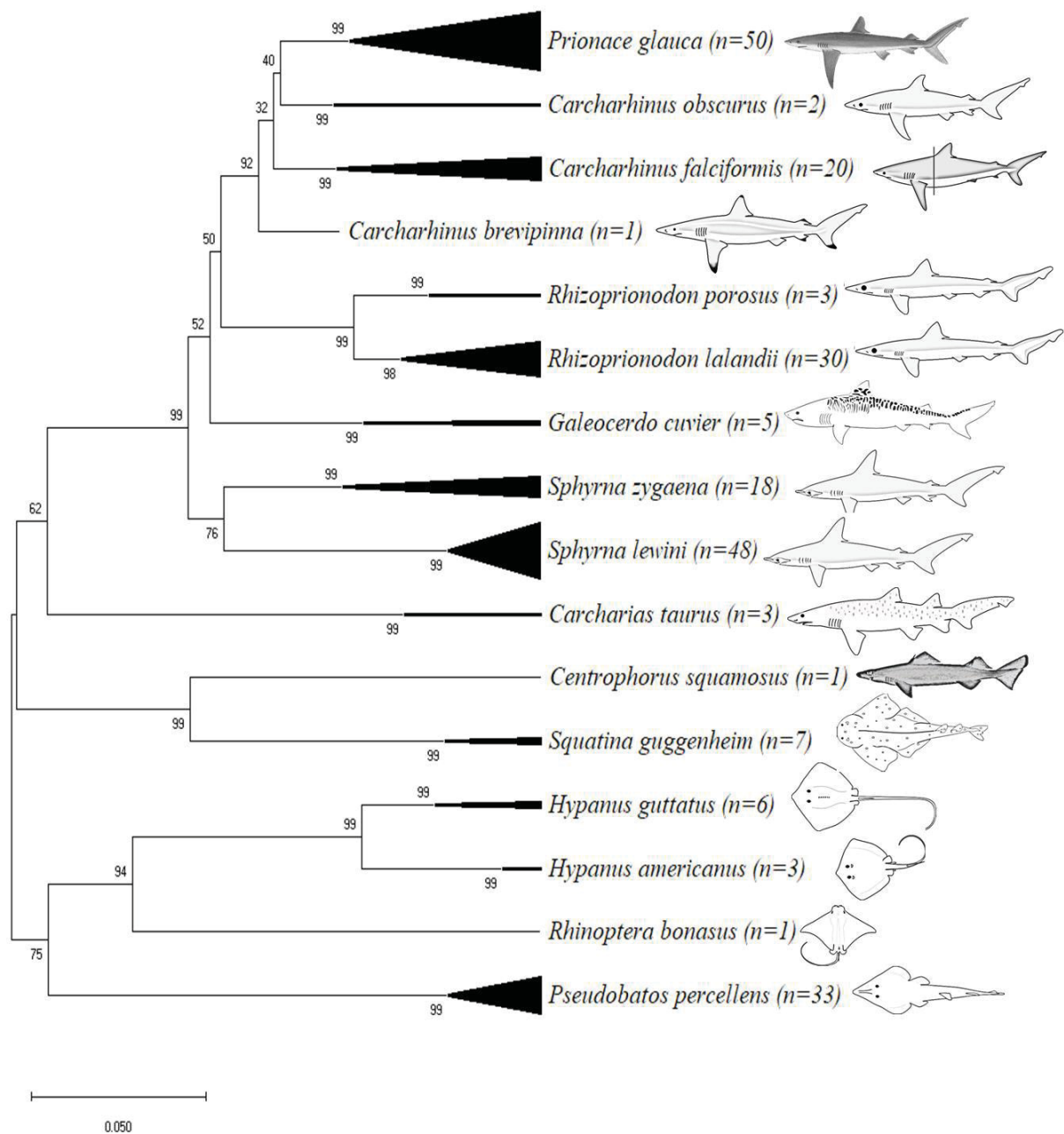


Figure 2 –Neighbour-joining tree (NJ) elaborated with COI sequences of elasmobranch species commercialized in Paraná coast, with sample sizes and bootstrap values informed in the branches. The *P. glauca* and *C. squamosus* images are reproduced under Creative Commons license (Wikimedia Commons, user: Tambja).



Figure 3 – Hammerhead (mainly *S. lewini*) and other carcharhinids caught by artisanal fishery in Paraná coast, southern Brazil. Image courtesy of Isabella Simões.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O primeiro capítulo apresentou os resultados de entrevistas feitas com consumidores de pescado no litoral do Paraná e Curitiba. Correlacionamos o perfil dos entrevistados com o conhecimento a respeito dos elasmobrânquios, vendidos erroneamente sob o nome “cação”. Uma separação foi observada, com relação à percepção ambiental acerca de tubarões e raias e o consumo de cação. Consumidores com ensino superior demonstraram não conhecer as ameaças ligadas ao grupo de elasmobrânquios, enquanto pessoas com ensino fundamental apresentaram conhecimento sobre as ameaças e consciência com relação ao consumo. Ao pensarmos, erroneamente, que o grau de escolaridade está associado ao conhecimento, nos deparamos com este resultado.

O segundo capítulo complementa o primeiro, quando identificamos as espécies que são comercializadas sob o nome “cação”. De difícil identificação de acordo com a morfologia, os filés e postas de cação vendidos nos mercados de peixe do litoral do Paraná foram identificados a nível específico através da técnica de DNA *barcoding*. Identificamos 16 diferentes espécies de elasmobrânquios em 231 amostras coletadas e 43,3% do total amostrado consistiu em espécies listadas em alguma categoria de ameaça da IUCN (por exemplo, *Carcharias taurus*, *Carcharhinus falciformis*, *Sphyrna lewini*, *S. zygaena* e *Squatina guggenheim*). Além disso, identificamos a espécie *Centrophorus squamosus*, uma espécie demersal, inédita em sua ocorrência no Brasil.

A avaliação precisa tanto sobre o conhecimento público acerca dos produtos vendidos quanto do que realmente está sendo vendido, são medidas fundamentais para auxiliar na conservação de espécies ameaçadas, além de garantir a venda de produtos corretamente identificados e confiáveis consumidor. Consequentemente, a transparência de informações precisas e confiáveis poderá ser repassada ao consumidor, permitindo assim, sua escolha quanto ao consumo ou não da carne de cação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMERÓN-SOUZA, F.; SPERB, C.; CASTILHO, C. L.; FIGUEIREDO, P. I.; GONÇALVES, L. T.; MACHADO, R.; ... FAGUNDES, N. J. Molecular Identification of Shark Meat From Local Markets in Southern Brazil Based on DNA Barcoding: Evidence for Mislabeling and Trade of Endangered Species. **Frontiers in genetics**, 9. 2018.
- BARRETO, R. R.; BORNATOWSKI, H.; MOTTA, F. S.; SANTANDER-NETO, J.; VIANNA, G. M. S.; LESSA, R. Rethinking use and trade of pelagic sharks from Brazil. **Marine Policy**, 85, 114-122. 2017.
- BEGOSSI, A.; SALIVONCHYK, S. V.; HANAZAKI, N.; MARTINS, I. M.; BUELONI, F. Fishers (Paraty, RJ) and fish manipulation time: a variable associated to the choice for consumption and sale. **Brazilian Journal of Biology**, 72(4), 973-975. 2012.
- BORNATOWSKI, H.; BRAGA, R. R.; VITULE, J. R. S. Shark mislabeling threatens biodiversity. **Science**, 340(6135), 923-923. 2013.
- BORNATOWSKI, H.; BRAGA, R. R.; ABILHOA, V.; CORRÊA, M. F. M. Feeding ecology and trophic comparisons of six shark species in a coastal ecosystem off southern Brazil. **Journal of fish biology**, 85(2), 246-263. 2014.
- BORNATOWSKI, H.; BRAGA, R. R.; KALINOWSKI, C.; VITULE, J. R. S. “Buying a Pig in a Poke” The Problem of Elasmobranch Meat Consumption in Southern Brazil. **Ethnobiology Letters**, 6(1), 196-202. 2015.
- BORNATOWSKI, H.; BRAGA, R. R.; BARRETO, R. P. Elasmobranchs consumption in Brazil: impacts and consequences. In ROSSI-SANTOS; MARCOS R.; FINKL, CHARLES W. (Eds.). **Advances in Marine Vertebrate Research in Latin America** (pp. 251-262). Springer, Cham. 2018.
- CAMHI, M. D.; VALENTI, S. V.; FORDHAM, S. V.; FOWLER, S. L.; GIBSON, C. **The conservation status of pelagic sharks and rays**: Report of the IUCN shark specialist group pelagic shark red list workshop. IUCN Species Survival Commission Shark Specialist Group, Newbury, UK, pp. 78. 2007.

COMPAGNO, L. J. Alternative life-history styles of cartilaginous fishes in time and space. **Environmental Biology of Fishes**, 28(1-4), 33-75. 1990.

DENT, F.; CLARKE S. State of the global market for shark products. **FAO Fisheries and Aquaculture technical paper** no. 590. FAO, Rome. 2015.

DIAS NETO, J. **Proposta de plano nacional de gestão para o uso sustentável de elasmobrânquios sobre-explotados ou ameaçados de sobre-explotação no Brasil**. Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis-IBAMA, 156. 2011.

DULVY, Nicholas K. *et al.* Extinction risk and conservation of the world's sharks and rays. **eLife**, 3:e00590, 2014. Disponível em: <https://elifesciences.org/articles/00590>. Acesso em: 21 jun. 2019. <https://doi.org/10.7554/eLife.00590.001>.

FAO. 2016. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2016**: Contributing to food security and nutrition for all. Rome. 200 pp.

FAO. 2018. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2018**: Meeting the sustainable development goals. Rome. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

ICMBio, 2018. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**: Volume VI-Peixes / 1.ed. Brasília, DF: ICMBio/MMA, 7. (accessed 11 October 2019).

JABADO, Rima W. *et al.* Troubled waters: Threats and extinction risk of the sharks, rays and chimaeras of the Arabian Sea and adjacent waters. **Fish and Fisheries**, v.19, n.6 p. 1043-1062. 2018. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/faf.12311>. Acessado em: junho de 2018. <https://doi.org/10.1111/faf.12311>.

PAULY, D.; ZELLER, D. Catch reconstructions reveal that global marine fisheries catches are higher than reported and declining. *Nature Communications*, V.7, n.10244. 2016. <https://doi.org/10.1038/ncomms10244>.

POMEROY, R. S.; ANDREW, N. (Eds.). **Small-scale fisheries management**: frameworks and approaches for the developing world. Cabi. 2011.

MACIEL, E. S.; VASCONCELOS, J. S.; SONATI, J. G.; SAVAY-DA-SILVA, L. K.; GALVÃO, J. A.; OETTERER, M. Perfil dos voluntários de universidade brasileira a respeito

do consumo de pescado. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v.19, n.1, pp.60-70. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.20396/san.v19i1.8634669>.

MACIEL, E. S.; SAVAY-DA-SILVA, L. K.; GALVÃO, J. A.; OETTERER, M. Atributos de qualidade do pescado relacionados ao consumo na cidade de Corumbá, MS. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.41, n.1, 199-206. 2015.

REIS-FILHO, J. A.; LEDUC, A. O. H. C. Management-Challenged Brazilian Governance and the Low Relevance of National Fishery Management Policy: Recommendations to promote viable Small-Scale Fisheries. **Oceanography & Fisheries**, V.2, n.2, p.4. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.19080/OFOAJ.2017.02.55583>.

VANNUCCINI, S. Shark Utilization and Trade. **Food and Agriculture Organization technical paper**, n.389, Rome, Italy. 1999.

WEIGMANN, S. Annotated checklist of the living sharks, batoids and chimaeras (Chondrichthyes) of the world, with a focus on biogeographical diversity. **Journal of Fish Biology**, V.88, n.3, pp. 837-1037. 2016.

WILDAID. The End of the Line? Global Threats to Sharks. 2007. Disponível em: <https://wildaid.org/resource/?searchtype=publications&program-dropdown=239> Acessado em Agosto de 2018.

ANEXO I – QUESTIONÁRIO DAS ENTREVISTAS

Entrevista direcionada a pessoas sobre conhecimento de recursos pesqueiros

Associação MarBrasil

Trabalho parte do projeto REBIMAR III, sob orientação do Dr. Hugo Bornatowski

Nome (opcional): _____

1. Sexo: () - Feminino () - Masculino

2. Idade:

- () Menor que 20 anos
- () Entre 20 e 30 anos
- () Entre 31 e 40 anos
- () Entre 41 e 50 anos
- () Maior que 51 anos

3. Escolaridade:

- () Ensino fundamental completo
- () Ensino fundamental incompleto
- () Ensino médio completo
- () Ensino médio incompleto
- () Graduação incompleta
- () -Graduação completa
- () Pós-graduação
- () -Outro: _____

4. Nacionalidade: _____

Profissão: _____

5. UF: _____

Questões:

6. Você come peixe?

- () sim
- () não

7. Com que frequência?

- () Diariamente
- () De 1 a 3 vezes por semana
- () 1 vez por mês
- () De 1 a 3 vezes por mês
- () Raramente
- () Nunca

8. Você já consumiu carne de “CAÇÃO”?

- () sim
- () não
- () não sei

9. Com que frequência?

- () Diariamente
- () De 1 a 3 vezes por semana
- () 1 vez por mês
- () De 1 a 3 vezes por mês

- ☐ Raramente
- ☐ Nunca

10. Você já consumiu carne de “TUBARÃO”?

- ☐ sim
- ☐ não
- ☐ não sei

11. Com que frequência?

- ☐ Diariamente
- ☐ De 1 a 3 vezes por semana
- ☐ 1 vez por mês
- ☐ De 1 a 3 vezes por mês
- ☐ Raramente
- ☐ Nunca

12. Você já consumiu carne de “RAIA”?

- ☐ sim
- ☐ não
- ☐ não sei

13. Com que frequência?

- ☐ Diariamente
- ☐ De 1 a 3 vezes por semana
- ☐ 1 vez por mês
- ☐ De 1 a 3 vezes por mês
- ☐ Raramente
- ☐ Nunca

14. “CAÇÃO” corresponde a qual (quais) tipo(s) de animal(is)?

- ☐ Um peixe qualquer
- ☐ Um peixe do mar
- ☐ Uma espécie de tubarão
- ☐ Vários peixes diferentes
- ☐ Filhote de tubarão ou tubarão pequeno
- ☐ Um peixe sem espinhos
- ☐ Uma Raia

15. Se você soubesse que a carne de “CAÇÃO” vendida nos mercados é na verdade carne de diversos tipos de TUBARÃO, você consumiria mesmo assim?

- ☐ Sim
- ☐ Não

16. Por qual motivo se pesca tubarão (MAIS DE UMA RESPOSTA POSSÍVEL):

- ☐ Para comercialização da carne
- ☐ Como troféu, porque são animais perigosos
- ☐ Para comercialização das nadadeiras (barbatanas) para elaboração de sopas
- ☐ Para exportação, já que a carne tem valor muito alto no mercado Europeu
- ☐ Para esporte apenas
- ☐ Para fins medicinais
- ☐ Para evitar que ataquem humanos

17. A sua escolha na compra ou no consumo de carne de peixe depende de (MAIS DE UMA RESPOSTA POSSÍVEL):

- ☐ Questões sanitárias e de saúde
- ☐ Questões ambientais/ecológicas
- ☐ Questões de paladar (gosto)
- ☐ Questões de custo da carne
- ☐ Questões sociais envolvendo a pesca
- ☐ Não saber a procedência do produto

18. Qual peixe abaixo você prefere consumir? Pode marcar mais de uma alternativa se preferir.

- ☐ Salmão
- ☐ Merluza
- ☐ Tilápia
- ☐ Cação
- ☐ Bacalhau
- ☐ Linguado

19. Considerando o peixe de sua preferência, o que faria com que você NÃO o consumisse?

- ☐ Peixe de cativeiro (criação)
- ☐ Espécie ameaçada de extinção
- ☐ Preço muito alto
- ☐ Carne congelada
- ☐ Aparência do produto
- ☐ Sendo peixe de água doce

20. Você sabia que cerca de um quarto (25% de 1100) das espécies de tubarões e raias estão ameaçadas de extinção em todo mundo?

- ☐ Sim
- ☐ Não